
MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS



Tese apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Avaliação da sinalização em intersecções rodoviárias de nível

António José Soares de Magalhães

Orientador: Professor Doutor Carlos Manuel Rodrigues

Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Arguente: Professora Doutora Ana Maria César Bastos Silva

Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Presidente do Júri: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista

Departamento de Engenharia de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

[2011]



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt ISN: 3599*654
Telephone: +351 22 508 14 00 Fax: +351 22 508 14 40
URL: <http://www.fe.up.pt> Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

À minha família, à minha mãe, que me deu o bem mais essencial para ter conseguido prosseguir este caminho, a educação, tornando-me um homem íntegro e persistente nos meus objectivos para a vida.

À minha mulher, que me ajudou a fortalecer o meu caminho pela busca de novos horizontes, e que tantas vezes compreendeu as minhas ausências e me deu alento para continuar.

E em especial aos meus filhos, as minhas desculpas pela minha ausência na participação nas suas brincadeiras, sendo certo que a minha experiência servirá para enriquecer o conhecimento deles, através da sua educação.

Aos meus irmãos pelo enorme carinho e admiração que sempre nutriram por mim e que apoiam o trabalho que desenvolvo.

Aos colegas e amigos, pelo apoio e incentivo desinteressado, especialmente ao Filipe, pela ajuda nos levantamentos topográficos.

Ao Prof. Doutor Carlos Manuel Rodrigues, meu orientador, pela sugestão do tema desta dissertação, pela sua disponibilidade, pelo encaminhamento e pelas críticas e sugestões pertinentes feitas durante a sua orientação.

Ao Prof. Doutor João Santos Baptista, director do curso de Mestrado, pela sua grandiosidade como ser humano, sempre tão próximo e disponível para resolver todos os problemas dos seus alunos.

A todos os que durante estes dois anos conviveram comigo directa ou indirectamente e que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A incorrecta ou insuficiente sinalização das intersecções rodoviárias de nível é responsável por um número bastante significativo de acidentes rodoviários em Portugal. Esta situação pode ser rectificada se for tido em consideração a colocação da sinalização vertical e da marcação rodoviária.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação procura criar uma relação entre a sinalização e os riscos, que contribuem para este tipo de sinistralidade. Esta análise baseia-se na caracterização do nível de risco em função da gravidade e da probabilidade. Assim criou-se uma ferramenta de análise tendo como base o método das duplas matrizes. Pretende-se dar um contributo para que possa ser efectuada uma avaliação dos riscos recorrendo a critérios pré-definidos por qualquer pessoa e em qualquer altura. Este processo, apesar de ser discutível quanto aos critérios de avaliação, tem como vantagem possibilitar a comparação entre várias situações analisadas, pois tratando-se de uma folha de cálculo, onde só é necessário introduzir dados observados no local em análise, a avaliação de riscos é automática, isenta da subjectividade que decorre da adopção de critérios pessoais.

Foi efectuada o levantamento de uma intersecção giratória (rotunda) com vista a testar a ferramenta em causa. Este levantamento foi efectuada recorrendo a ortofotomapas, topografia e medições “in situ”. No entanto, o objectivo neste tipo de avaliação é que sejam efectuadas simples medições recorrendo a uma fita-métrica, mas tratando-se de um trabalho académico foram evidenciados com rigor todos os pontos de análise.

Da análise dos resultados destacam-se os sinais verticais e as marcações rodoviárias que são de colocação obrigatória, verificando-se, no caso analisado, que muitos deles não são colocados da forma correcta ou até não existem, sendo o risco nesta situação classificado de intolerável.

Palavras-chave: intersecção, estrada, sinistralidade, sinalização, marcas.

ABSTRACT

The incorrect or insufficient signage at road intersections is responsible for a significant number of road accidents in Portugal. This situation can be rectified if we take into consideration the placement of road signs and road markings.

The work in this dissertation seeks to create a relationship between the signs and risks that contribute to such accidents. This analysis is based on characterizing the level of risk depending on the severity and probability. This has created an analysis tool based on the method of double arrays. It is intended to make a contribution that can be carried out a risk assessment using predetermined criteria by anyone and at any time. This process although it is moot in terms of evaluation criteria, has the advantage that can compare between different analyzed situations, as in the case of a worksheet where you only need to enter data observed in the location and risk assessment is automatic, so it does not confer double standards.

The survey was conducted in a rotary intersection (roundabout) in order to test the tool in question. This survey was carried out using orthophotomaps, topography and measurements "in situ". However the objective in this type of evaluation is that measurements are made using a simple measuring tape, but since this is an academic work all the points of analysis were demonstrated with accuracy.

Analyzing the results is possible to highlight the misplacement and even absence of signs and vertical road markings, whose placement is mandatory, the risk in this situation is being classified as intolerable.

As an analysis methodology is understood that the proposed objectives have been met.

Keywords: intersection, road, accident, signaling, brands.

Índice

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJECTIVOS E METODOLOGIA	3
2.1	Objectivos da Tese	3
2.2	Metodologia de Desenvolvimento	3
2.2.1	Metodologia	3
2.2.2	Estrutura da Dissertação	3
3	ESTADO DA ARTE.....	5
3.1	Enquadramento teórico.....	5
3.2	Conceito de intersecção	13
3.3	Tipos de intersecções	13
3.3.1	Importância da canalização na Segurança Rodoviária	13
3.3.2	Intersecções sem canalização do tráfego	13
3.3.3	Intersecções com canalização do tráfego	14
3.3.4	Intersecções giratórias.....	14
3.4	Pontos críticos.....	16
3.4.1	Áreas de conflito	16
3.4.2	Pontos de conflito	16
3.4.3	Ângulo da intersecção	18
3.4.4	Viragens.....	19
3.4.5	Afunilamento	19
3.4.6	Áreas de refúgio	19
3.4.7	Vias de aceleração e desaceleração.....	20
3.5	Visibilidade.....	20
3.5.1	Generalidades.....	20
3.5.2	Distância de visibilidade de paragem	21
3.5.3	Triângulo mínimo de visibilidade	21
3.6	Estatísticas de acidentes	25
3.6.1	A sinistralidade rodoviária em Portugal	25
3.6.2	Acidentes em intersecções rodoviárias de nível em 2008-2010	26
4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SINALIZAÇÃO EM INTERSECÇÕES	29
4.1	Boas práticas na sinalização de intersecções	29
4.1.1	Os princípios básicos da sinalização.....	29
4.1.2	Prescrições	31
4.1.3	Tipos de sinais e regras de implantação	31
4.1.4	Sinalização vertical	31
4.1.5	Marcas rodoviárias	33
4.2	Seleção dos parâmetros de avaliação	36
4.2.1	Critérios de avaliação e hierarquização dos Riscos.....	36
4.2.2	Definição da via e localização	40
4.2.3	Avaliação da sinalização vertical	41
4.2.4	Avaliação da marcação rodoviária	51
5	ESTUDO DE CASO	53
5.1	Avaliação de uma rotunda.....	53
5.1.1	Avaliação da Sinalização na ZONA 1.....	55

5.1.2	Avaliação da Sinalização na ZONA 2.....	60
5.1.3	Avaliação da Sinalização na ZONA 3.....	65
5.1.4	Avaliação da Sinalização na ZONA 4.....	70
5.1.5	Avaliação da Sinalização na ZONA 5.....	75
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	77
7	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	83
7.1	Conclusões.....	83
7.2	Perspectivas Futuras.....	83
8	BIBLIOGRAFIA.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Número de pontos de conflito numa intersecção em “X”	16
Figura 2 - Manobra de divergência	17
Figura 3 - Manobra de convergência.....	17
Figura 4 – Transformação de uma intersecção “X” em “Cruz” - Situação A e B (JAE P5/90, 1993)	18
Figura 5 – Transformação de uma intersecção “X” em dois “T” - Situação C (JAE P5/90, 1993)	18
Figura 6 – Transformação de uma intersecção “X” em dois “T” - Situação D (JAE P5/90, 1993)....	18
Figura 7 – Transformação de intersecções múltiplas (JAE P5/90, 1993)	19
Figura 8 – Transformação de intersecções múltiplas (JAE P5/90, 1993)	19
Figura 9 - Via de desaceleração para viragem à esquerda (JAE P5/90, 1993)	20
Figura 10 - Triângulo de visibilidade em alinhamento recto, adaptado (JAE P5/90, 1993).....	22
Figura 11 - Triângulo de visibilidade em alinhamento recto, adaptado (JAE P5/90, 1993).....	22
Figura 12 – Triângulo de visibilidade em alinhamento recto, ultrapassagem proibida (JAE P5/90, 1993)	23
Figura 13 – Triângulo de visibilidade em alinhamento curvo, ultrapassagem permitida (JAE P5/90, 1993)	23
Figura 14 – Triângulo de visibilidade em alinhamento curvo, ultrapassagem proibida (JAE P5/90, 1993)	24
Figura 15 – Sinalização vertical utilizada em intersecções de nível	32
Figura 16 – Marcas rodoviárias utilizadas em intersecções de nível	34
Figura 17 – Setas de selecção utilizada em intersecções de nível	35
Figura 18 – Marcadores em estradas	35
Figura 19 – Rotunda em Matosinhos, freguesia de Leça do Balio (41°12'00.39"N; 8°37'21.36"O)	53
Figura 20 – Levantamento topográfico - Rotunda	54
Figura 21 – Levantamento topográfico – Zona 1.....	55
Figura 22 – Entrada da Zona 1	55
Figura 23 – Sinal 2 sobre a ilha central	56
Figura 24 – Sinal 6 sobre a ilha triangular	56
Figura 25 – Sinal 7 sobre a ilha triangular	56
Figura 26 – Sinal 8 sobre o passeio direito	56
Figura 27 – Sinal 9 sobre o passeio direito	56
Figura 28 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 1	57
Figura 29 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 1	58
Figura 30 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 1.....	59
Figura 31 – Levantamento topográfico – Zona 2.....	60
Figura 32 – Entrada da Zona 2	60
Figura 33 – Sinal 5 sobre a ilha central	61
Figura 34 – Sinal 21 sobre a ilha triangular	61

Figura 35 – Sinal 22 sobre a ilha triangular	61
Figura 36 – Sinal 23 sobre o passeio direito.....	61
Figura 37 – Sinal 24 sobre o passeio direito.....	61
Figura 38 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 2.....	62
Figura 39 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 2.....	63
Figura 40 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 2	64
Figura 41 – Levantamento topográfico – Zona 3.....	65
Figura 42 – Entrada da Zona 3	65
Figura 43 – Sinal 15 sobre o passeio direito.....	66
Figura 44 – Sinal 16 sobre a ilha triangular	66
Figura 45 – Sinal 17 sobre a ilha triangular	66
Figura 46 – Sinal 18 sobre a ilha triangular	66
Figura 47 – Sinal 19 sobre o passeio direito.....	66
Figura 48 – Sinal 20 sobre o passeio direito.....	66
Figura 49 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 3.....	67
Figura 50 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 3.....	68
Figura 51 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 3	69
Figura 52 – Levantamento topográfico – Zona 4.....	70
Figura 53 – Entrada da Zona 4	70
Figura 54 – Sinal 10 sobre a ilha triangular	71
Figura 55 – Sinal 11 sobre a ilha triangular	71
Figura 56 – Sinal 12 sobre o passeio direito.....	71
Figura 57 – Sinal 13 sobre o passeio direito.....	71
Figura 58 – Sinal 14 sobre o passeio direito.....	71
Figura 59 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 4.....	72
Figura 60 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 4.....	73
Figura 61 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 3	74
Figura 62 – Levantamento topográfico – Zona 5.....	75
Figura 63 – Entrada da Zona 5	75
Figura 64 – Sinal 3 sobre a ilha central	75
Figura 65 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 1.....	77
Figura 66 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 1	78
Figura 67 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 2.....	78
Figura 68 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 2	79
Figura 69 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 3.....	79
Figura 70 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 3	80
Figura 71 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 4.....	80
Figura 72 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 4	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Distância de Visibilidade de Paragem (JAE P5/90, 1993)	21
Tabela 2 – Tempo para acelerar (JAE P5/90, 1993)	22
Tabela 3 – Relação Vbase / Distância de visibilidade (JAE P5/90, 1993)	24
Tabela 4 – Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (ANSR, 2009)	25
Tabela 5 – Acidentes com vítimas em intersecções de nível no Continente, 2008-2010 (ANSR, 2010)	26
Tabela 6 – Condutores vítimas segundo informação complementar (ANSR, 2009)	27
Tabela 7 – Tipo de Obrigatoriedade	36
Tabela 8 – Escala de Gravidade	37
Tabela 9 – Escala de Probabilidade	37
Tabela 10 – Nível de Risco	38
Tabela 11 – Categoria de Riscos	38
Tabela 12 – Caracterização da via e localização	40
Tabela 13 – Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos	41
Tabela 14 – Resumo da Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos	45
Tabela 15 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas	46
Tabela 16 – Resumo da Avaliação da sinalização vertical em rotundas	50
Tabela 17 – Avaliação da marcação rodoviária em cruzamentos e entroncamentos	51
Tabela 18 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em cruzamentos e entroncamentos	51
Tabela 19 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas	52
Tabela 20 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas	52
Tabela 21 – Caracterização da via e localização	53

GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS

Acidente - Ocorrência na via pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo, do conhecimento das entidades fiscalizadoras (GNR, GNR/BT e PSP) e da qual resultem vítimas e/ou danos materiais.

Acidente com feridos graves - Acidente do qual resulte pelo menos um ferido grave, não tendo ocorrido qualquer morte.

Acidente com feridos leves - Acidente do qual resulte pelo menos um ferido leve e em que não se tenham registado mortos nem feridos graves.

Acidente com vítimas - Acidente do qual resulte pelo menos uma vítima.

Acidente mortal - Acidente do qual resulte pelo menos um morto.

Ano horizonte - O múltiplo de cinco mais próximo do ano que se obtém adicionando vinte anos a data prevista para abertura ao tráfego do empreendimento projectado.

Auto-estrada - Via rápida com todos os acessos condicionados, sem intersecções e destinada exclusivamente a veículos motorizados.

Capacidade de tráfego - Número máximo de veículos que, por unidade de tempo, pode passar numa dada secção da estrada, em certas condições.

Condutor - Pessoa que detém o comando de um veículo ou animal na via pública.

Cruzamento a níveis diferentes - Cruzamento de duas ou mais estradas, realizado por meio de uma obra de arte, que permite a passagem das diversas correntes de tráfego a níveis diferentes, sem interferências.

Estrada principal ou prioritária - Estrada cujo tráfego tem prioridade de passagem em todas as intersecções com outras estradas.

Estrada secundária - Estrada de menor importância e que cede a prioridade sempre que cruza com uma estrada principal.

Ferido grave - Vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas.

Ferido leve - Vítima de acidente que não seja considerada ferida grave.

Ilha central - Zona interdita a circulação de veículos, situada no centro dum cruzamento giratório, e geralmente de forma circular ou oval.

Ilha direccional - Zona delimitada na plataforma, interdita a circulação de veículos, que canaliza o tráfego para passagens bem definidas.

Ilha separadora - Zona delimitada na plataforma, interdita a circulação de veículos, que tem função de separador de sentidos ou de vias.

Indicador de gravidade - $IG = 100 \times M + 10 \times FG + 3 \times FL$

M - número de mortos; FG - número de feridos graves; FL - número de feridos leves.

Índice de gravidade - Número de mortos por 100 acidentes com vítimas.

Intersecção - Zona comum às faixas de rodagem de duas ou mais estradas que se cruzam de nível sob quaisquer ângulos, na qual se podem encontrar os veículos que para ela convergem.

Intersecção canalizada - Intersecção em que o movimento dos veículos se efectua em vias definidas mediante ilhas direccionais.

Itinerário Complementar (IC) - Estrada que assegura ligação de interesse regional, assim como as envolventes das áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto.

Intersecção em "Cruz" - Intersecção com quatro ramos, em que o menor ângulo é superior a 80 graus.

Intersecção em "T" - Intersecção com três ramos, em que um deles está praticamente no prolongamento de outro, e o terceiro encontra este prolongamento com ângulo compreendido entre 80 e 120 graus.

Intersecção em "X" - Intersecção com quatro ramos, em que um dos ângulos é inferior a 80 graus.

Intersecção em "Y" - Intersecção com três ramos, em que um deles está praticamente no prolongamento de outro e o terceiro encontra este prolongamento segundo um ângulo menor do que 80 graus ou maior do que 120 graus.

Intersecção giratória - Intersecção em que as diversas correntes de tráfego convergem e divergem numa faixa de rodagem de sentido único em torno de uma ilha central, o que impede o cruzamento directo dos veículos.

Intersecção múltipla - Intersecção com cinco ou mais ramos.

Itinerário Principal (IP) - Estrada de maior interesse nacional, que serve de base de apoio a toda a rede das estradas nacionais, e que assegura a ligação entre centros urbanos com influência supra-districtal e destes com os principais portos, aeroportos e fronteiras.

Morto ou vítima mortal - Vítima de acidente cujo óbito ocorra no local do evento ou no seu percurso até a unidade de saúde. Para obter o número de mortos a 30 dias¹, aplica-se a este valor um coeficiente de 1,14.

Passageiro - Pessoa afectada a um veículo na via pública e que não seja condutora.

Peão – Pessoa que transita na via pública a pé e em locais sujeitos a legislação rodoviária. Consideram-se ainda peões todas as pessoas que conduzam a mão velocípedes ou ciclomotores de duas rodas sem carro atrelado ou carros de crianças ou de deficientes físicos.

Ponto de conflito - Ponto em que os eixos de duas vias de tráfego se cruzam ao mesmo nível.

Ponto negro - Lanço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registou, pelo menos, 5 acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20.

Ramo - Secção de qualquer das estradas que convergem numa intersecção, situada fora dela.

Ramo de entrada - Parte do ramo que antecede imediatamente a intersecção.

Ramo de saída - Parte do ramo que sucede imediatamente a intersecção.

Secção de entrecruzamento - Zona de uma faixa de rodagem de sentido único, entrecruzam os veículos provenientes de dois ramos convergentes

Separador - Zona ou dispositivo (e não simples marca), destinado a separar tráfegos do mesmo sentido ou de sentidos opostos.

Separador lateral - Separador de duas estradas, uma das quais é de acesso livre e a outra de acesso condicionado ou de grande trânsito.

Separador de sentidos - Separador de duas correntes de tráfego de sentidos opostos.

Separador de vias - Separador de duas vias de tráfego.

Velocidade base - Velocidade estabelecida na elaboração do projecto, que condiciona as características geométricas da estrada.

Velocidade de operação - Maior velocidade média possível numa estrada, para um dado veículo e sob determinadas condições.

Velocidade média do tráfego - Média das velocidades médias de cada um dos veículos que circulam numa estrada, durante um período determinado.

Via de aceleração - Via destinada a permitir que os veículos que entram numa estrada adquiram a velocidade conveniente para se incorporarem na corrente de tráfego principal.

Via de desaceleração - Via destinada a permitir que os veículos que saem duma estrada abrandem a velocidade, já fora da corrente de tráfego principal.

Via de serviço - Estrada cuja finalidade é canalizar e distribuir o tráfego local.

Via Rápida - Estrada destinada ao tráfego motorizado, com parte ou a totalidade dos acessos condicionados e, geralmente, sem intersecções.

Vítima – Ser humano que em consequência de acidente sofra danos corporais.

Volume da na hora de ponta anual - Volume horário de tráfego que, numa estrada, só é excedido n-1 vezes durante um ano.

Volume de tráfego - Número de veículos que passam numa dada secção da estrada, durante um período determinado. Exprime-se normalmente em tráfego horário, diário, semanal ou anual.

Volume horário de projecto - Volume horário futuro a considerar no projecto, normalmente o correspondente a 30ª hora de ponta no ano horizonte.

1 INTRODUÇÃO

Segundo os dados fornecidos pela ANSR - Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, em Portugal registaram-se, em 2009, em média, 97 acidentes com vítimas por dia, em resultado de acidentes de viação. Em média 2 pessoas morrem e ficam feridas 120 por dia, destas 7 ficam em estado grave. Estes valores expressam uma situação bastante preocupante para a sociedade em que vivemos, não se podendo aceitar de ânimo leve que não sejam adoptadas quaisquer tipo de medidas que contrariem esta realidade.

O número de acidentes com vítimas tem vindo a diminuir desde o ano de 1997, tendo-se registado nesse ano 49.417 ocorrências. No ano de 2008 registou-se o valor de 33.613 de acidentes com vítimas, sendo este o último ano em que se verificou esta tendência, pois no ano de 2009 esta tendência foi invertida, havendo um aumento, tendo-se registado 35.484 ocorrências.

Este aumento não se reflectiu no número de acidentes com vítimas mortais e feridos graves, tendo em consideração as metas estabelecidas no Plano Nacional de Prevenção Rodoviária, podendo verificar-se uma diminuição destes acidentes desde o ano de 2000 até ao ano de 2009. Os valores estabelecidos neste plano foram ano após ano diminuindo e ficando abaixo dos limites fixados. Neste plano, a redução das vítimas mortais para os anos de 2008 e 2009, fixaram-se em 971 e 874, respectivamente, tendo em 2008 ficado pelos 776 (abaixo 20%) e em 2009 pelos 737 (abaixo 16%). Outros dos valores pretendidos para os anos de 2008 e 2009 para a redução dos feridos graves, fixaram-se em 4.221 e 3.799, respectivamente. Neste caso registou-se também uma descida, tendo o valor sido superior a 30%, mais precisamente 2.606 (38%) no ano de 2008 e 2.624 (31%) no ano de 2009.

Apesar da sinistralidade rodoviária ter baixado nos últimos anos, o número de vítimas mortais e feridos graves resultante dos acidentes rodoviários continua a ser preocupante.

É fundamental que haja uma consciencialização de todos os cidadãos, pois a sinistralidade rodoviária depende sobretudo do comportamento de cada um e da sua atitude de rejeição ou de condescendência, perante as medidas sancionatórias impostas que vierem a ser adoptadas, pelo seu comportamento inadequado e pelo comportamento dos outros.

Tanto na elaboração como na remodelação de um traçado, deve-se ter em especial atenção os dados da sinistralidade existentes, relativos aos acidentes rodoviários e às suas vítimas. Os utentes do sistema rodoviário, condutores ou peões, prevêem que as características geométricas e operacionais de qualquer traçado sejam homogéneas em qualquer intersecção nacional onde se encontrem. Para os utentes é expectável que as características de um traçado das vias numa intersecção sejam iguais antes e depois desta, ou seja, que todos os elementos do traçado, tais como vias de viragem, separadores, ilhas, etc. sejam uniformes. Por outro lado, a visibilidade deve estar sempre garantida, devendo também ser assegurada uma fácil compreensão da intersecção e o controlo do tráfego.

As infra-estruturas rodoviárias por vezes apresentam deficiências de vária ordem nas diferentes fases do respectivo ciclo de vida. Estas passam por inconsistências ao nível do projecto, falta de qualidade na construção, tratamento inadequado da área adjacente à faixa de rodagem, deficiências na conservação de todas as áreas utilizadas, deficiências na instalação e manutenção de equipamentos de segurança, deficiente instalação de sinalização e manutenção da conservação, inadequada sinalização e ausência desta.

Os principais factores que determinam a natureza dos acidentes são o comportamento dos condutores e dos peões, a delimitação dos espaços, a sinalização (in)existente (vertical e horizontal) e as condições de visibilidade.

Com este trabalho pretende-se desenvolver uma metodologia para a avaliação da sinalização em intersecções rodoviárias de nível, que se torne num instrumento prático e de fácil utilização em cada caso. As intersecções rodoviárias são pontos particulares do traçado onde convergem várias correntes de tráfego com direcções distintas, pelo que são zonas que devem ser tratadas, quer no que respeita à geometria quer no que concerne à sinalização, de forma particular para minimizar os riscos de acidentes.

2 OBJECTIVOS E METODOLOGIA

2.1 Objectivos da Tese

O objectivo deste trabalho é a elaboração de uma ferramenta para a avaliação da sinalização vertical e marcação rodoviária, aplicada a intersecções de nível rodoviárias. Os sinais luminosos não serão avaliados uma vez que a sua utilização só é justificável como recurso quando se verifica o cruzamento de grandes fluxos de trânsito.

Esta ferramenta será desenvolvida recorrendo a uma folha de cálculo do programa “Microsoft Office Excel”. Pretende-se que a análise da sinalização possa ser efectuada tendo em conta a identificação dos perigos que podem originar acidentes rodoviários e a identificação e avaliação de riscos, tem como base a utilização de duplas matrizes. Desta forma, neste tipo de intersecções poderão efectuar-se levantamentos, avaliando a aplicabilidade da sinalização e do nível de risco em função da gravidade e da probabilidade.

2.2 Metodologia de Desenvolvimento

2.2.1 Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo teve como princípio as seguintes fases:

- Pesquisa Bibliográfica e Estado da Arte
Foi realizado o levantamento da bibliografia existente sobre o tema, efectuou-se o enquadramento do tema, a identificação e caracterização do objecto em estudo, analisou-se as estatísticas de sinistralidade nacionais e os objectivos políticos na área abordada.
- Identificação de práticas e processos
Fez-se a caracterização das boas práticas na sinalização de intersecções e seleccionou-se os parâmetros de avaliação, tendo-se criado uma ferramenta de avaliação da sinalização.
- Levantamento e caracterização de uma intersecção rodoviária de nível
Fez-se o levantamento e caracterização de uma intersecção giratória rodoviária, como um exemplo para testar o modelo de avaliação criado.
- Análise dos Resultados
Interpretação dos resultados da avaliação da sinalização, tendo em especial atenção para o nível de risco.
- Conclusões e Desenvolvimentos Futuros
Foram apresentadas as conclusões do tema analisado e a perspectiva de desenvolvimento de trabalhos futuros.

2.2.2 Estrutura da Dissertação

A dissertação foi organizada em sete capítulos, estando assim estruturada.

O primeiro capítulo, onde consta a introdução a este estudo, faz o enquadramento do tema e identifica a temática alvo.

No segundo capítulo são definidos os objectivos, é descrita a metodologia de investigação adoptada e é apresentada a estrutura da dissertação.

No terceiro capítulo apresenta-se o estado da arte, faz-se e a revisão bibliográfica, são definidos os conceitos principais, o enquadramento legal, normativo e dados estatísticos.

No quarto capítulo são definidos os princípios de boas práticas e a selecção dos parâmetros de avaliação, para a elaboração da folha de avaliação da sinalização.

No quinto capítulo, efectua-se o Estudo de um Caso, aplicando o método desenvolvido.

No sexto capítulo, corresponde à discussão de resultados, quer em termos de método quer em termos do resultado aplicado ao Estudo de um Caso.

No sétimo capítulo, são apresentadas as conclusões sobre as temáticas analisadas e é debatida a perspectiva de desenvolvimento de trabalhos futuros.

3 ESTADO DA ARTE

3.1 Enquadramento teórico

Segurança rodoviária

A gestão da segurança rodoviária está em transição, da acção com base na intuição, experiência, julgamento e tradição, para a acção com base em evidências empíricas, ciência e tecnologia. Na segurança rodoviária, a transição da dependência da intuição para a confiança na ciência já está em andamento e passo acelerado. A segurança rodoviária não pode ser entregue de forma racional, sem investimento estável na pesquisa e formação de pessoal.

A quantidade e a gravidade dos acidentes futuros são determinadas pelos seguintes factores:

- Quantidade de viagens realizadas e sua duração;
- Modo de deslocação utilizado (a pé, de bicicleta, em transportes públicos ou em carro privado) e pelo veículo de transporte utilizado (carro, caminhão, comboio);
- Tipos de infra-estrutura (tipo de estrada, controlo de acesso, densidade das estradas de intersecção do projecto, e controlo de tráfego, via de bus, metro, etc.);
- Frota de veículos e tecnologia em uso;
- Demografia em vigor, normas de comportamento, aptidões humanas, e lista de limitações.

A expansão da visão mais tradicional vê os acidentes como o resultado de um mau comportamento (excesso de velocidade, imprudência na condução, etc.) e das más estradas (atrito do pavimento inferior, a visão de curtas distâncias, os sinais ilegíveis, etc.).

A expansão está na afirmação de que "o tamanho do problema da segurança rodoviária depende principalmente da quantidade e qualidade da exposição".

A "gestão de segurança rodoviária" é a soma total das actividades que afectam o número e gravidade de acidentes futuros. Essas actividades são de dois tipos. Primeiro, a segurança rodoviária premeditada por acções e programas, estas actividades devem ser desenvolvidas pelas entidades que possam fazer parte de conselhos de segurança, criando equipas pluridisciplinares.

Esta equipa de profissionais deve incluir não só os agentes da lei, educadores de condução, projectistas de estradas, e engenheiros de tráfego, mas todos os profissionais que influenciam estas decisões, urbanistas, arquitectos, engenheiros municipais, projectistas de transporte, economistas e afins. Esta equipa deve elaborar recomendações e pareceres, permitindo aos tomadores de decisão, ou seja, políticos, legisladores, funcionários com funções no planeamento, funcionários de departamentos e ministérios que aprovam planeamentos, projectos e documentos neste âmbito, tomarem as suas decisões, legislando medidas preventivas e actuando na educação dos condutores, sensibilizando-os para estas questões. Em segundo lugar, o conjunto de actividades e programas que influenciam a segurança na estrada, mas que não têm a segurança rodoviária como objectivo central. Isso inclui todo o planeamento da engenharia de transportes e tráfego da estrada. Ambas as acções compõem o sistema de gestão da segurança amorfa e em conjunto determinam os números de mortos resultantes das falhas (como os muitos feridos) e quantificam a destruição da propriedade que poderá ser destruída.

Estas questões poderão gerar uma mudança na mente do leitor/conductor a partir da visão pedagógica da segurança rodoviária. Alertando para o problema dos condutores indisciplinados e das más estradas, dando uma percepção mais ampla e imparcial sobre o que determina o tamanho do problema futuro para a segurança rodoviária. O argumento central é que o tamanho deste problema é influenciado por diversas decisões feitas por uma grande variedade de profissionais e decisores. As decisões sábias dependem do estilo da gestão da segurança que a sociedade adoptar. (Hauer, 2005)

Há um debate em curso entre os projectistas e os criadores das políticas de segurança dos transportes, para saber se há alguma associação entre o nível de congestionamento de tráfego e a segurança rodoviária. Espera-se que o aumento do nível da segurança de tráfego rodoviário seja

em função da redução da velocidade média de tráfego, resultando em menos acidentes graves, no entanto criam-se situações de congestionamento de tráfego que podem influenciar a severidade dos acidentes. A relação entre o congestionamento e a segurança não é assim tão simples, pois há uma série de outros factores que afectam a gravidade do acidente, tais como, o fluxo de tráfego, o perfil do condutor, a geometria da estrada (curvatura e inclinação) e as características do veículo. Foram efectuados estudos na auto-estrada M25 orbital de Londres, entre 2003 e 2006 e conclui-se que o nível de congestionamento de tráfego não afecta a severidade dos acidentes de trânsito (Mohammed A. Quddus, 2010).

O projecto de estradas deve igualmente considerar e atender às necessidades de segurança, mobilidade e comunidade. O conceito de projecto sensível a este contexto tem desenvolvimentos emergentes na abordagem do projecto geométrico, que visa atender os objectivos desses elementos. É fundamental para o desenvolvimento do projecto a selecção de elementos chave que têm o potencial de influenciar as escolhas do dimensionamento e elementos de estrada. Velocidade é provavelmente o factor mais influente, devendo ser considerada. A necessidade de projectar uma estrada que forneça todas as faixas de rodagem necessárias para o condutor poder conduzir à velocidade de cálculo desejada é também uma questão que requer a atenção dos projectistas. A consistência no projecto deve ter em consideração a compatibilidade entre o dimensionamento e a funcionalidade operacional da velocidade, dentro do contexto do projecto (Stamatiadis, 2005).

As características dos problemas de segurança rodoviária que são todos, em princípio, passíveis a medida numérica, são as seguintes:

1. Magnitude;
2. Gravidade;
3. Exterioridade;
4. Iniquidade;
5. Complexidade;
6. Dispersão espacial;
7. Estabilidade temporal;
8. Urgência percebida;
9. Receptividade ao tratamento.

O objectivo de identificar essas dimensões e de tentar medi-las é fornecer uma base de selecção de problemas para o seu tratamento por meio de programas de segurança. A selecção de problemas para este tratamento geralmente não pode ser feita com base numa única dimensão, o conjunto de características determinam as perspectivas para tratar com sucesso um problema. Deste modo a receptividade ao tratamento é uma função da complexidade, urgência percebida e a disponibilidade de custo e tratamentos eficazes. A velocidade e excesso de velocidade são usadas como um exemplo de um problema de segurança rodoviária, para ilustrar como as diversas dimensões podem ser medidas. Na Suécia, o uso de luzes de circulação diurna (LCD) tornou-se obrigatório em 01 de Outubro de 1977 para todos veículos automóveis, em todas as zonas e em todas as estações do ano. De acordo com um estudo realizado em 1981, a introdução de LCD resultou numa redução de 11% de vários acidentes durante o dia, pelo que têm sido consideradas como fortes evidências de que o uso de LCD é uma forma eficaz na redução da colisão de veículos (Theeuwes, et al., 1995).

Foi adoptada pelo Parlamento sueco em 1997 uma política de segurança de tráfego denominada Visão Zero, semelhante às políticas já adoptadas na Noruega e na Dinamarca. Na essência, a Visão Zero afirma que é inaceitável que qualquer pessoa possa morrer durante a utilização do sistema de transporte rodoviário. A política também introduz uma distribuição explícita de responsabilidade pela segurança de trânsito, em que os projectistas do sistema são em última instância responsáveis. A distribuição da responsabilidade pode ser melhor entendida se for distinguida entre dois tipos gerais de imputações de responsabilidade, ou seja, atribuições de responsabilidade numa perspectiva de análise passada e futura, sendo no primeiro caso a atribuição de algum tipo de responsabilidade causal, implicando a existência de um elemento de culpa. No segundo caso a responsabilidade para o futuro implica culpa potencial, o que significa que existe um agente a quem foi atribuída a responsabilidade de não alcançar o resultado esperado. A Visão Zero ainda atribui a responsabilidade passada e até certa medida à responsabilidade dos indivíduos, mas acrescenta a explícita responsabilização dos projectistas do sistema (Fahlquist, 2006).

Cruzamentos

Devido à complexidade dos movimentos de tráfego e do potencial número de conflitos entre veículos automóveis, pedestres e ciclistas, há um potencial relativamente grande de acidentes em cruzamentos. Para perceber os efeitos das medidas a tomar e identificar os factores que estão associados aos acidentes, os investigadores estudam rotineiramente os acidentes baseados em modelos de simulação de cruzamentos rodoviários, usando estradas com geometrias variáveis, os factores ambientais e as condições de tráfego. Há pelo menos três razões importantes e defensáveis para suportar os modelos. A primeira é a necessidade de identificar os locais que são de alto risco em relação ao tipo de acidente específico, mas que não são revelados através dos dados totais do acidente. Por exemplo, um cruzamento urbano bastante típico pode produzir um número total de acidentes significativo, mas possui números diferentes em relação a locais semelhantes. Ser capaz de determinar o número "esperado" de acidentes por tipo de acidente permite a um investigador identificar este tipo de falhas periféricas, que por sua vez, pode indicar uma deficiência específica na intersecção. A segunda é a utilização destes modelos para compreender os diferentes efeitos do tráfego, geométrico, e os factores ambientais, no tipo de acidente, de modo que os efeitos da contra-medida possam ser melhor compreendidos. Finalmente, há uma razão "a priori" para acreditar que certos tipos de acidentes são associados à geometria da estrada, ao ambiente, e às variáveis de tráfego de diferentes maneiras. Por exemplo, as condições de escuridão nos cruzamentos podem influenciar o ângulo do acidente, mais do que circular fora de estrada, sugerindo que estes tipos de acidentes podem ser afectados por coeficientes diferentes (Kim, 2006).

Os estudos realizados na Finlândia entre 1983-1987, pelos Serviços do Distrito da Administração Rodoviária Nacional Finlandês em 1988, num total de 325 em entroncamentos e 298 em cruzamentos, concluíram que a iluminação de ruas, a aplicação de sinais de STOP, sinal de controlo e redução do valor limite de velocidade, foram apontados como medidas para diminuir o número de acidentes. A actuação sobre estes pontos teria diminuído os acidentes nos cruzamentos em cerca de 20% (Kulmala, 1994).

É, comum assumir que o risco de acidentes por unidade de exposição é constante ao longo do tempo, enquanto os dados nacionais do Reino Unido, que implicam risco de acidente estão em declínio. No entanto, há na prática necessidade de classificar e avaliar os locais de onde ocorrem os sinistros em termos do tipo de acidente específico ou da gravidade que poderia ser alvo de tratamento (por exemplo, acidentes com estrada molhada no caso de tratamento da superfície). Isso, então, levanta a questão de saber se as percentagens de acidentes de vários tipos varia ao longo do tempo ou com o fluxo de tráfego e as características do local. Segundo um estudo efectuado no Reino Unido, o risco de acidente numa amostra de cerca de 500 cruzamentos mostrou anualmente um declínio médio de cerca de 6%, sem diferença significativa no valor de tendência entre os diferentes tipos de acidente. Os factores que afectaram estes valores foram de vários tipos, incluindo o método de controlo de cruzamento, do limite de velocidade e do fluxo de tráfego (Mountain, 1908).

O aumento do número de acidentes nos cruzamentos pode ser explicado pelo facto do aumento do número de veículos na estrada ser geralmente acompanhado por um aumento no número de colisões. Geralmente, mais de 50% das colisões ocorrem nos cruzamentos. Dados de um número de países estudados que apoiam a afirmação acima e mostram que ao longo dos anos, o número de acidentes em cruzamentos aumentou a uma taxa mais rápida do que outros acidentes. O estudo inclui uma análise estatística das tendências gerais no número de acidentes de intersecção, sua gravidade e uma análise dos tipos de acidentes nos cruzamentos (Hakkert, et al., 1978).

Os engenheiros de tráfego há muito acreditam que a eficácia (percentual da redução dos acidentes) de uma medida de segurança é maior em locais que tiveram muitos acidentes do que em aqueles que tiveram poucos. Neste contexto foi estudada esta questão através de um exame do efeito de segurança de conversão de 222 intersecções em Filadélfia, PA, EUA a partir de duas vias para todos os sentidos com controlo de paragem. Os resultados indicam que as conversões eram mais eficazes nos cruzamentos onde se tinham verificado muitos acidentes do que nas intersecções consideradas relativamente seguras. Uma das importantes conclusões desta descoberta é que o factor de redução de acidentes é a prática (Persaud, 1986).

Rotundas

Sabe-se que o comportamento dos condutores varia muito de país para país, mesmo de cidade para cidade, dependendo do meio socioeconómico e de factores culturais. Segundo um estudo efectuado na Turquia, a maioria dos motoristas não obedecem às regras de trânsito. Esta é a razão principal para as altas taxas de acidentes neste país. A geometria é uma ferramenta importante para limitar o comportamento irregular de motoristas, daí a necessidade das rotundas serem adequadamente projectadas e pensadas para serem uma das soluções mais eficazes na prevenção de acidentes (Tanyel, 2007).

As rotundas são os melhores modelos alternativos para intersecções com abordagens de duas faixas, que acarretam acentuados problemas no tráfego nas viragens à esquerda. O desempenho de rotundas em comparação com desempenho de cruzamentos sinalizados, com uma faixa de abordagem e os volumes de tráfego pesado, têm capacidade mais elevada no escoamento e controlo do volume de tráfego do que a capacidade de cruzamentos controlados com sinalização, de duas e três faixas, quaisquer que seja a quantidade de veículos a efectuar a viragem à esquerda. Deste modo é recomendado que os engenheiros de tráfego tenham em atenção que as rotundas têm melhor desempenho do que os cruzamentos controlados, portanto, devem ser consideradas como alternativas de projecto (Sisiopiku, 2001).

Foi efectuado um estudo em catorze rotundas, seleccionadas de diferentes cidades na Jordânia, para estimar o tempo de espera numa rotunda em função do tráfego e da influência dos factores geométricos. Durante os períodos de pico e fora destes formam medidos usando câmaras de vídeo o volume circulante, o volume de entrada e de atraso de entrada. Foram medidos através de pesquisa de campo dados sobre os elementos do projecto geométrico, incluindo largura de circulação, largura de entrada e diâmetro da rotunda. A análise indicou que as variáveis geométricas têm efeitos significativos no tempo de entrada na rotunda. A largura da entrada tem a maior influência, enquanto a largura de circulação tem a menor influência (Al-Omari, 2004).

O uso de rotundas melhora a segurança nos cruzamentos, eliminando ou alterando os tipos de conflitos, reduzindo a gravidade do acidente e fazendo com que os condutores reduzam a velocidade. No entanto, as performances das rotundas podem baixar se não forem tomadas precauções durante a execução de qualquer projecto, nomeadamente na fase de cálculo. Portanto, a obtenção de informações adicionais sobre a segurança das rotundas é extremamente útil para os projectistas na identificação de deficiências existentes e na escolha dos critérios de projecto a serem utilizados.

Os factores mais importantes relacionados com o desenho geométrico das rotundas foram o raio de deformação e o ângulo de desvio. Em rotundas existentes, a melhoria desses factores pode ser bastante cara, mas o papel crucial de um raio moderado de deflexão e um ângulo de grande desvio no desenho de novas rotundas deve ser sublinhado. Um dos factores que pode ser implementado como medida de segurança são as marcas rodoviárias e sinais, estes podem ser facilmente implementados como medidas de baixo custo. Além disso, a associação entre as marcas, os sinais e o desenho geométrico, sugerem que a melhoria na marcação e na sinalização pode também ter um efeito significativo nos locais onde foram identificadas deficiências do desenho geométrico como factores a corrigir (Montella, 2011).

Uma experiência com rotundas pequenas para testar esta solução como medida de redução de velocidade foi realizada numa cidade Sueca. Os resultados mostraram que as rotundas reduziram a velocidade consideravelmente nos cruzamentos e nas relações entre rotundas. O deslocamento lateral do condutor sujeito às forças da rotunda tem uma grande importância na velocidade de aproximação dos carros a esta. Os estudos dos conflitos indicaram uma diminuição global do risco de acidentes em 44%. Há uma relação entre a redução da velocidade de aproximação e a redução de risco de acidente com lesão. O tempo perdido num sinal foi reduzido fortemente pela inserção de uma rotunda numa intersecção sinalizada. Em média, as emissões (CO e NOx) nas rotundas em substituição dos cruzamentos não sinalizados aumentaram entre 4 e 6%, enquanto a substituição de uma rotunda numa intersecção sinalizada levou a uma redução de entre 20 e 29%. O nível de ruído foi reduzido nos cruzamentos que foram substituídos por rotundas. O estudo mostrou que os detalhes do projecto são de importância decisiva para os utentes da estrada e da sua segurança, em especial os ciclistas. A transição entre a ciclovias/pista e a cruzamento tem de ser concebida

com cuidado, os ciclistas devem ser integrados com o tráfego motorizado antes de entrar na rotunda. O tamanho da rotunda deve ser o menor possível (Hydén, et al., 2000).

Um estudo sobre a segurança rodoviária em 95 rotundas que foram construídos em Flandres entre 1994 e 1999, mostra que o efeito sobre o número e a gravidade dos acidentes rodoviários ajustado para a tendência e regressão à média é significativo, mas varia consideravelmente de acordo com o regime de limite de velocidade no cruzamento. As rotundas são mais eficazes nas intersecções de uma estrada principal, com um limite de alta velocidade (90 km/h) e uma estrada adjacente com um limite de velocidade menor (50 ou 70 km/h). A análise empírica revela uma redução de 34% (variando entre 15% e 59%) para o número total de acidentes com feridos, 30% (7% -45%) de acidentes com feridos leves, e 38% (27% -72%) de acidentes com feridos graves (De Brabander, et al., 2005).

Viragens à esquerda

O impacto das viragens à esquerda na operação é provavelmente o factor mais significativo no desempenho de cruzamentos convencionais. Os engenheiros têm procurado medidas alternativas para lidar com viragens à esquerda nos cruzamentos e para melhorar o desempenho.

O cruzamento convencional é um cruzamento em "X", com quatro ramos projectado para eliminar os conflitos de viragem à esquerda, cruzando o tráfego à esquerda até ao lado esquerdo da estrada em todas as quatro abordagens antes do cruzamento (Taberner, 208).

Nos últimos anos, tem havido grande interesse na "gestão de acesso", como uma nova resposta para o problema generalizado do congestionamento do tráfego. Entre as diferentes estratégias de gestão de acesso foi equacionada a ideia de proibir movimentos de viragens à esquerda em arruamentos sem sinalização, no entanto após estudos verificou-se que a viragem concentrada à esquerda parece ser uma excelente solução para melhorar as condições de fluxo de tráfego (Chowdhury, 2005).

O número de faixas de rodagem numa estrada principal afecta de forma significativa as viragens à esquerda (Chodur, 2005).

Os condutores mais velhos são propensos a ter mais problemas com viragens à esquerda do que os condutores de grupos etários mais jovens. Estudos têm demonstrado que eles são mais propensos a envolverem-se em acidentes e a falharem o ângulo de entrada na outra estrada. Assim como são mais propensos a não cederem ao direito de passagem ou a envolverem-se em manobras ilegais ou inapropriadas do que os grupos etários mais jovens. Além disso, eles têm uma percepção mais lenta dos tempos de reacção e exibem maior dificuldade em analisar as margens de segurança e as velocidades de aproximação do que os condutores mais jovens. Estas evidências indicam também que os condutores mais velhos são menos propensos a entender o significado dos diferentes tipos da esquerda para virar. Os Condutores mais jovens podem também ter problemas com as viragens à esquerda, devido à sua in experiência ou comportamentos de risco de condução, sendo estes factores frequentemente citados como razões o envolvimento em acidentes de jovens condutores. Os jovens condutores são mais susceptíveis de exceder o limite de velocidade, conduzem muito perto dos outros veículos, ou conduzem desatentos, estes factores determinam os acidentes. Outro dos factores é de desrespeitarem muito mais a cedência do direito de passagem, desconsiderando a sinalização de trânsito e desconsiderando o sinal de paragem do que os condutores de meia-idade. Um estudo sobre a avaliação do impacto dos diferentes tipos de viragem à esquerda sobre os condutores mais velhos e mais jovens em alta velocidade em intersecções sinalizadas, concluiu que os condutores mais velhos apresentaram maiores índices de sinistralidade do que condutores mais jovens ou de meia-idade, por sua vez os condutores mais jovens apresentaram índices de sinistralidade mais elevados do que os condutores de meia-idade (Mueller, 2007).

Instrutores de condução efectuaram observações comparando a facilidade ou dificuldade de aprendizagem de habilidades diferentes a alunos jovens e velhos. Tendo encontrado maior dificuldade na aprendizagem de habilidades aos alunos mais velhos do que aos alunos mais jovens, especialmente no controlo do veículo e onde se exigia a atenção em simultâneo em mais do que uma fonte de informação. Os alunos mais velhos aprenderam habilidades envolvendo atitude e

mentalidade de segurança mais facilmente do que os alunos mais jovens. Estatísticas de acidentes sugerem que os cruzamentos são lugares perigosos para os condutores mais velhos e as dificuldades específicas sugeridas pelos instrutores deram pistas sobre o porquê dos cruzamentos serem tão problemáticos. Algumas habilidades parecem ser intrinsecamente difíceis para as pessoas mais velhas, por exemplo a velocidade, a vigilância e a distância de análise e coordenação. Por outro lado os condutores mais velhos e experientes demonstraram dificuldades no controlo do veículo, bem como falta de complacência e atitudes insuficientes para com a segurança. Os condutores mais velhos demonstraram que desconhecem muitos dos problemas levantados pelos instrutores de condução e em pesquisas anteriores. A comparação desses problemas (por exemplo, falhas de atenção) com aqueles que os condutores estavam conscientes (por exemplo, fadiga) sugeriu que parte da razão para essa falta de visão pode ser devida ao fraco retorno de informação que obtêm (Holland, et al., 1994).

Distância de visibilidade em alinhamento curvo

A distância de visibilidade no cruzamento de uma estrada secundária (controlado por um sinal de paragem) sobre uma estrada principal é um elemento importante da segurança rodoviária. Regra geral a intersecção em alinhamento curvo está dentro da curva horizontal, salvo quando o cruzamento está localizado numa das tangentes da curva horizontal (que é altamente improvável). Neste caso pode afectar negativamente a visão à distância, especialmente quando a curva horizontal é acentuada e a estrada é menor perto da curva horizontal. A paragem ao longo do exterior de uma curva é menos crítica do que em estradas em alinhamentos rectos. São necessárias distâncias de paragem nas estradas principais e secundárias para atender a uma distância de visibilidade específica, sendo esta menor nas estradas em alinhamentos rectos. Claramente, movendo-se a paragem mais próxima nas estradas principais e secundárias, uma área menor de visibilidade clara, que por sua vez poderá resultar numa redução de custos (Ali, 2009).

Sinalização

Nos Estados Unidos uma das preocupações que tem havido ao longo dos anos é a regulamentação da altura de montagem dos sinais de baixo perfil (0,30 a 1,50 m), nomeadamente os sinais de orientação de tráfego. Os projectistas e os fabricantes de sinais entendem que os condutores de automóveis terão dificuldade em ver e ler muitos destes sinais de baixo perfil. Estas potenciais dificuldades de visibilidade são causados pela presença de outros veículos, quer os que circulam à frente do veículo, quer aqueles que circulam nas faixas de rodagem adjacentes, ou até aqueles que viajam na direcção oposta, bloqueando a linha de visão entre o condutor e o sinal de estrada. Esta situação é agravada com o volume de veículos na estrada, e a velocidade dos veículos que circulam nela.

O tempo que um condutor tem para detectar, ler e compreender este tipo de sinais de estrada, diminui à medida que o veículo se encontra mais perto da linha central da estrada, sendo que o tempo estimado para esta operação deve ser um tempo mínimo de 1,5 segundos.

Se este tempo mínimo não puder ser assegurado deve ser reconsiderado o dimensionamento do sinal (aumentando a sua geometria) ou ser efectuada a sua montagem a um nível mais elevado, para permitir ao condutor uma linha de visão clara para o sinal (Pietrucha, 2006).

O excesso de informação ou falta de sinais de trânsito podem afectar a qualidade da informação recebida pelos condutores, e pode levar a erros de condução operacionais e levantar questões de segurança rodoviária (Chen, 2008).

O problema de projecto de uma rede de sinalização (PPRS) é um dos problemas que se coloca com o crescimento das cidades, nomeadamente com a sinalização ideal das intersecções ao longo do tempo. Assim, há duas variantes deste problema, o PPRS estratégico que procura encontrar o arranjo ideal de cruzamentos sinalizados num único ponto no tempo e o PPRS de longo alcance que procura encontrar a implementação optimizada de sinais durante um longo período de tempo. Em qualquer rede há um certo conjunto de cruzamentos que já estão sinalizados e outro conjunto de cruzamentos que poderiam ser convenientemente sinalizados. O número de soluções possíveis é extremamente grande, sendo menor nas cidades. A dificuldade de avaliar os méritos de apenas

uma solução complica ainda mais o problema, pois cada avaliação requer quase uma previsão de tráfego completa, geralmente envolvendo uma análise em função de equilíbrio de tráfego, onde os atrasos são devidamente sensíveis aos diferentes controlos de tráfego. Cada previsão de tráfego pode tomar entre vários minutos para uma pequena cidade a várias horas para uma grande cidade. Os projectistas baseiam-se em previsões para executar correctamente uma solução de longo alcance, por exemplo, 20-30 anos. Nestas previsões os analistas precisariam em primeiro lugar de determinar a localização de todos os sinais, o que infelizmente não é possível, a localização de um novo sinal é ditada em grande parte pelo padrão de tráfego numa rede, que é desconhecida para um ano futuro, caso contrário deixaria de ser uma provisão, pois passaria a ser fortemente influenciada pela localização de qualquer sinal existente dentro de uma previsão. Como medidas de eficácia indicadas para minimizar o problema de projecto estratégico da rede de sinalização, deve-se ter em que consideração que qualquer intersecção pode assumir um de dois estados, sinalizada ou sem sinalização. Cada intersecção sem sinalização deve ir de encontro ao previsto nas normas e legislação em vigor, tendo em atenção a uniformidade dos dispositivos de controlo de tráfego. Todos os fluxos de ligação e os movimentos de viragem devem ser consistentes com os princípios de comportamento de viagem, com os princípios de equilíbrio da rede, incluindo a conservação de fluxo e com as condições demográficas e socioeconómicas em todas as origens e destinos. O tempo de espera deve ser consistente com todos os fluxos relevantes, os movimentos de viragem, a geometria da estrada e da natureza circundante que regula o tráfego (Horowitz, 2005).

A sinalização de uma velocidade de intersecção (velocidade média de 30 km/h) reduz o risco de acidentes para os peões em cerca de metade, enquanto a maioria dos veículos não estão circulando. Uma passadeira deve ser localizada a menos de dois metros do cruzamento para otimizar a segurança dos peões (Gårder, 1989).

O conceito de Confiança humana tem sido amplamente utilizado em ambientes industriais por especialistas em factores humanos para otimizar a adaptação do indivíduo às suas tarefas. A Confiança é estimada pela probabilidade de uma tarefa ser concluída com sucesso por pessoas numa determinada fase de operação do sistema. As estimativas de confiança do condutor podem ser usadas para comparar grupos de tarefas (por exemplo, diferentes tipos de cruzamentos com seus respectivos regulamentos), bem como as aptidões dos grupos de pilotos ou controladores individuais. No sentido de se avaliar a confiança humana foi efectuado um estudo de campo com 62 condutores de diferentes faixas etárias, com o objectivo de ser analisado os requisitos normativos de comportamento.

Os indivíduos levaram um carro equipado com instrumentos e tiveram que completar um percurso de teste urbano, onde se encontrava incluído 18 intersecções, representando seis tarefas de condução diferentes. Os indivíduos foram acompanhados por dois observadores treinados que registaram os erros dos condutores usando folhas de observação padronizadas. Os resultados indicam que os índices de erro geralmente variam entre ambas as faixas etárias dos condutores e o tipo de condução. Os maiores índices de erro verificaram-se nas intersecções não sinalizadas e nas rotundas, o que é exactamente igual à classificação correspondente à complexidade da tarefa em análise. Uma comparação entre os grupos etários mostra claramente a desvantagem dos condutores mais antigos, cujos índices de erro em quase todas as tarefas são significativamente superiores aos dos outros grupos. A grande maioria destes erros poderia ser explicada pela alta carga de acções do condutor nas intersecções, uma vez que representam difíceis tarefas. A discussão mostra como as estimativas de confiança podem ser usadas de forma construtiva para propor alterações às características do carro, projecto de intersecção e regulação, bem como na formação dos condutores (Gstalter, et al., 2010).

Em cruzamentos sinalizados, são frequentes os acidentes na traseira dos veículos. Esses acidentes resultam da combinação da desaceleração dos veículos e da resposta ineficaz do condutor do veículo a essa desaceleração, não respondendo a tempo de evitar uma colisão (Wang, 2003).

Para avaliar os riscos de acidente nas intersecções, deve-se ter em consideração as condições da intersecção, tais como sinais, marcas de pavimento, iluminação e protecções laterais (Madanu, 2010).

Nas últimas duas décadas foram identificados defeitos por fadiga nos sinais de trânsito e nas suas estruturas, principalmente devido às oscilações impelidas pelo vento. Por razões estéticas muitas

dessas estruturas são construídas com vários lados (secções tubulares) e com cantos afiados. O desempenho à fadiga do cordão de soldadura nas ligações dos tubos da placa foi avaliado em vários lados do sinal/estruturas por testes laboratoriais e análises de elementos finitos paramétricos (FEA). A flexibilidade da placa final, o número de lados, e o raio de curvatura de canto são os parâmetros que afectam a resistência à fadiga das várias faces das estruturas tubulares (Park, 2011).

Acidentes

O comportamento do condutor e a alta velocidade são constantemente apontados como as maiores causas de acidentes rodoviários, como é anualmente referido nas estatísticas do ACI-ISTAT (Automóvel Clube da Itália e Instituto Nacional de Estatística). Por isso, é necessário incidir na análise destes dois factores de acidentes, a fim de formular avaliações quantitativas e objectivas sobre a segurança rodoviária. As avaliações quantitativas deverão ser consideradas nos projectos de estradas futuros. Os acidentes causados pelo derrapar das rodas dos veículos automóveis sobre o pavimento são muito frequentes em locais de fluxo de tráfego baixo. As possíveis consequências são as colisões contra outros veículos ou obstáculos à margem das estradas e fora destas. Os acidentes devido a manobras perigosas (ultrapassagens) e os acidentes à entrada dos cruzamentos onde o fluxo de tráfego aumenta (vazão média). Nestes locais de alto fluxo os acidentes são causados pela desaceleração súbita dos veículos (paragem e arranque) ou por más condições de visibilidade. Portanto, é razoável dar alguma responsabilidade ao ambiente rodoviário (layout estrada por exemplo, a largura da estrada, as distâncias de visibilidade, estado do pavimento e sinalização da estrada). Deve ser salientado que algumas secções de estrada têm uma maior taxa de acidentes. É possível definir a velocidade real para um único veículo numa estrada com uma e duas vias com condições de baixo tráfego e controlando as características geométricas da estrada. Pelo conhecimento da velocidade e um estudo directo sobre relatórios de acidentes compiladas pela Polícia Rodoviária, foi possível explicar a elevada taxa de acidentes devido à geometria das estradas (Capaldo, 2000).

Geralmente, quando aumenta o número de acidentes, o número de feridos como resultado destes acidentes também aumenta. Uma vez que os resultados dos acidentes relacionados como o número de vítimas e mortes mostram interdependências, a análise simultânea exige que essas interdependências sejam tidas em conta (Bijleveld, 2005).

Quanto maior o número de possíveis interações entre os utentes da estrada seguindo caminhos diferentes através de cruzamentos, maior é o risco de acidentes (Wright, 1986).

A localização da intersecção afecta o número e o tipo de acidente, sendo importante considerar as interações entre os fluxos de circulação, pois pode-se criar mecanismos de acção (Turner, et al., 1998).

Os motociclistas tendem a ser mais vulneráveis a lesões do que aqueles que utilizam outros veículos motorizados e estes podem contribuir para a complexidade de movimentos conflituantes entre veículos e motocicletas, aumentando a gravidade da lesão num acidente num cruzamento. Um acidente num cruzamento pode ser mais grave para os motociclistas do que noutros casos, uma vez que alguns dos efeitos lesivos dos acidentes que vulgarmente ocorrem devem-se ao ângulo de incidência do embate (Pai, et al., 2008).

3.2 Conceito de intersecção

Define-se como intersecção rodoviária de nível a área comum ou o espaço físico onde duas ou mais vias rodoviárias se encontram, compreendendo também a área adjacente onde eventualmente possam existir travessias/passagem de peões.

Nestas zonas particulares do traçado de estradas, o mesmo espaço é muitas vezes requerido ao mesmo tempo por mais do que um veículo para a realização de diferentes manobras de prosseguimento da marcha ou de alteração de direcção, pelo que são zonas potencialmente perigosas, quer seja por culpa dos condutores, quer porque há deficiências nas características geométricas implementadas quer ainda devido à insuficiente/incorrecta sinalização.

3.3 Tipos de intersecções

3.3.1 Importância da canalização na Segurança Rodoviária

A canalização dos movimentos permite condicionar o comportamento do condutor e minimizar as áreas de conflito, através da criação de separadores centrais e ilhéus direccionais, facultando-lhe orientações sobre o encaminhamento a tomar (Silva, et al., 2008). Sendo esta a forma como se assegura a prioridade dos movimentos principais garantindo a circulação em segurança na estrada prioritária.

Ao equacionar-se a canalização do tráfego, deve-se ter em consideração a garantia das condições de segurança como elemento fundamental. Os níveis de capacidade e a minimização do tempo de espera em intersecções têm que ser ponderados de forma que as intersecções assegurem condições de segurança. Assim dever-se-á considerar:

- Redução do número de pontos de conflito;
- Minimização da área de conflito;
- Separação física e temporal dos pontos de conflito;
- Moderação das velocidades;
- Definição de trajectos a serem adoptados pelos condutores.

Os objectivos da canalização nas intersecções resultam da análise das condições operacionais, conforme referido na norma portuguesa (JAE P5/90), pelo que se destacam as necessidades funcionais do seu traçado:

- Desencorajar ou proibir os movimentos indesejáveis ou errados;
- Definir claramente as trajectórias que os veículos devem seguir;
- Encorajar as velocidades convenientes;
- Separar no espaço os pontos de conflito tanto quanto possível;
- Assegurar que o cruzamento das correntes de tráfego se efectue de uma forma aproximadamente ortogonal e as convergências segundo ângulos muito agudos;
- Facilitar o movimento das correntes de tráfego prioritárias;
- Assegurar a desaceleração e a paragem dos veículos fora das vias utilizadas pelo tráfego directo, que geralmente circulam a elevada velocidade.

3.3.2 Intersecções sem canalização do tráfego

São intersecções entre duas estradas com duas vias (uma em cada sentido), sem canalização dos movimentos, sem delimitação física (nem separador nem ilhéu). São soluções geométricas idênticas às dos cruzamentos com prioridade à direita e resultam da concordância simples entre as bermas das estradas intersectadas.

Este tipo de intersecções só deve ser considerado, devido às suas condições particulares de circulação, em intersecções com pequenos volumes de tráfego, tais como zonas residenciais ou

rurais, ou seja, quando o TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) da via secundária seja inferior a 300 veículos nos dois sentidos de circulação para intersecções novas, ou 500 veículos em intersecções existentes.

Pela sua simplicidade, este tipo de intersecção não é de considerar em estradas nacionais.

3.3.3 Intersecções com canalização do tráfego

A canalização do tráfego é a forma mais disciplinada de garantir a circulação prioritária nas estradas, assegurando a prioridade dos movimentos principais numa intersecção.

Esta solução assegura a segurança na manobra, quer ao nível da via prioritária quer da via secundária, através de simples demarcações no pavimento, sendo normalmente obtida por intermédio de pinturas, ou podendo ser também conseguida com recurso a outros materiais (pedra, betão ou materiais sintéticos).

Deste modo é assegurada a segregação da via, delimitada pela área onde se devem concentrar os veículos que pretendam virar à esquerda, não causando qualquer interferência na corrente principal de atravessamento.

Para aumentar a segurança e capacidade dos movimentos não prioritários de atravessamento e viragem à esquerda, devem ser executados separadores que permitam assegurar a execução destas manobras em duas fases, aproximação e abrandamento na via de desaceleração seguida de viragem.

A análise dos acidentes registados anteriormente, quer na intersecção em causa no caso de se tratar de remodelação quer em intersecções similares no caso de se tratar de projecto novo, é um elemento valioso para a definição do tipo de canalização necessária, desta forma deve-se actuar de modo a que sejam implementadas medidas que assegurem a segurança rodoviária.

As ilhas direccionais não constituem elementos físicos intransponíveis. As características geométricas são pensadas para que sejam galgáveis numa emergência, não devendo ocupar as bermas da estrada principal, evitando deste modo o bloqueio geral da intersecção pela transposição das marcações.

No caso dos ramos da estrada secundária, a ilha separadora existente deverá ser apenas demarcada. No entanto, tratando-se de áreas urbanas com um elevado número de atravessamentos pedonais, é aconselhável a materialização dessa ilha, criando-se um refúgio para os peões no seu atravessamento (berma-centro e centro-berma). As soluções de simples demarcação no pavimento tendem a apresentar maiores índices de sinistralidade do que as soluções com ilhéus e separadores materializados, pois são facilmente transponíveis, permitindo aos condutores mais arrojadados efectuarem manobras perigosas que podem pôr em risco a segurança rodoviária; por outro lado implicam uma manutenção constante, pois devido ao uso acabam por ter um desgaste muito rápido e em muitos casos chegam mesmo a desaparecer.

3.3.4 Intersecções giratórias

Generalidades

É nas intersecções giratórias que se regista um menor número de acidentes rodoviários. Este tipo de intersecção comparada com as restantes intersecções de nível é claramente diferente, tanto a nível de características como de funcionamento. Obrigando ao cumprimento da regra da prioridade na entrada e do inevitável contorno da ilha central, este tipo de intersecções garante uma acentuada redução e homogeneização das velocidades praticadas. Da organização dos fluxos de tráfego resultam menores taxas de sinistralidade e a redução da gravidade dos acidentes, desta medida resulta que a circulação se faça num único sentido, resultando na redução substancial do número de pontos de conflito, directamente associados aos acidentes mais graves, nomeadamente a eliminação das intersecções em "cruz". A transformação destas intersecções em intersecções giratórias reduz os 32 pontos de conflito para apenas 8 pontos de divergência/convergência. A aproximação a estas intersecções faz-se intuitivamente, reduzindo de velocidade de circulação até

à entrada, passando a ser efectuado o atravessamento a uma velocidade mais baixa, permitindo que em caso da ocorrência de um sinistro, este tenha uma clara diminuição da gravidade das consequências. Estas práticas associadas à simplificação dos pontos de conflito, fomentam um aumento substancial na melhoria das condições de fluidez do tráfego, resultando na diminuição dos tempos de espera.

A configuração das intersecções giratórias não possibilita manobras de viragem à esquerda, nem atravessamentos de veículos, por esse motivo a gravidade dos acidentes é menor.

No entanto, verificam-se inconvenientes operacionais, sendo os principais os seguintes:

- Sujeitar o tráfego prioritário ao tráfego geral;
- Obrigar a grande maioria dos veículos a manobras de entrecruzamento;
- Necessitar duma grande área;
- São incompatíveis com o princípio da prioridade, que deve ser assegurado aos Itinerários Principais e Complementares nas intersecções em zona rural;
- São consideradas inconvenientes em estradas nacionais, sendo só aceitáveis em zonas residenciais ou de lazer.

Condicionamentos de utilização

Na concepção de uma intersecção giratória é necessário satisfazer os seguintes requisitos:

- 1) Volumes de tráfego idênticos nos vários ramos;
- 2) Volumes relativos às mudanças de direcção à esquerda iguais ou superiores aos volumes que se cruzam;
- 3) Número de ramos igual ou superior a quatro.

A velocidade de circulação dos veículos numa intersecção giratória deve ser idêntica à dos entrecruzamentos, cerca de 70% da que se verifica nos ramos de intersecção, de forma que o veículo mantenha a homogeneidade no atravessamento de uma rotunda, garantindo deste modo que o condutor fica sujeito a variações graduais (na trajectórias ou na velocidade) de comportamento, e não a variações bruscas, respeitando o comportamento/reacção natural humano, sem que se sintam as variações diferenciais de velocidade na mudança de traçado.

Quando a velocidade média do tráfego for igual ou superior a 60 km/h, nos seus ramos, em princípio, não se deve prever intersecções giratórias que mantenham estas características de circulação, pois para que seja possível circular com velocidade elevada, as zonas de entrecruzamento têm de ser bastante extensas, implicando o aumento considerável no percurso dos veículos. Deste modo o raio da ilha central seria muito elevado, tornando-se inexecutável fisicamente ou acarretando custos tão elevados que inviabilizariam economicamente este tipo de solução. No entanto, podem ser executadas quando se pretendam implementar medidas de acalmia de tráfego, fazendo com que os veículos reduzam a velocidade nestas zonas, de forma que possam entrar nas intersecções em condições de segurança.

Este tipo de intersecção é particularmente adequado às zonas de transição entre a zona rural e o meio urbano, normalmente quando a estrada não tem continuidade.

Conclui-se que as intersecções giratórias são de aplicação limitada a casos específicos. É inaceitável a adopção deste tipo de intersecções em zonas rurais, em Itinerários Principais e Complementares (impõem a perda de prioridade), resultando numa diminuição do nível de qualidade desses itinerários.

3.4 Pontos críticos

3.4.1 Áreas de conflito

A probabilidade de ocorrência de acidentes é directamente proporcional à área existente na zona de intersecção, ou seja, quanto maior for a área numa intersecção maior é a possibilidade de ocorrer uma colisão entre veículos. Este aumento de risco decorre de aumentar o número de vias de circulação e consequentemente aumenta o número de pontos de conflito, resultando na dificuldade dos condutores preverem as manobras de outros nestes espaços.

Neste sentido é necessário criar vias bem definidas, quer através de sinalização horizontal apropriada, quer por ilhas direccionais. Deste modo, deve ser efectuada a canalização do tráfego e consequentemente a redução do ângulo das intersecções, de forma a reduzir as zonas de conflito.

Os conflitos nas intersecções dependem de:

- número de aproximações com uma ou duas vias de direcção;
- número de vias intersectadas;
- número de faixas de cada aproximação (ramo afluente);
- existência de sinalização;
- volumes de tráfego;
- percentagem de mudanças de direcção;
- (in)existência de canalização de movimentos;
- sentidos de trânsito contemplados.

3.4.2 Pontos de conflito

Os pontos de conflito podem ser reduzidos através da canalização do tráfego existente numa intersecção, condicionando os movimentos direccionais no espaço, ou podem ser separados no tempo, através da diferenciação dos instantes, recorrendo a sistemas semafóricos.

Numa intersecção normal em “X” existem 32 pontos de conflito (Figura 1), incluindo pontos de convergência, divergência e intersecção, sendo que aumentando o número de vias por sentido e/ou o número de ramos, o número de pontos de conflito cresce exponencialmente.

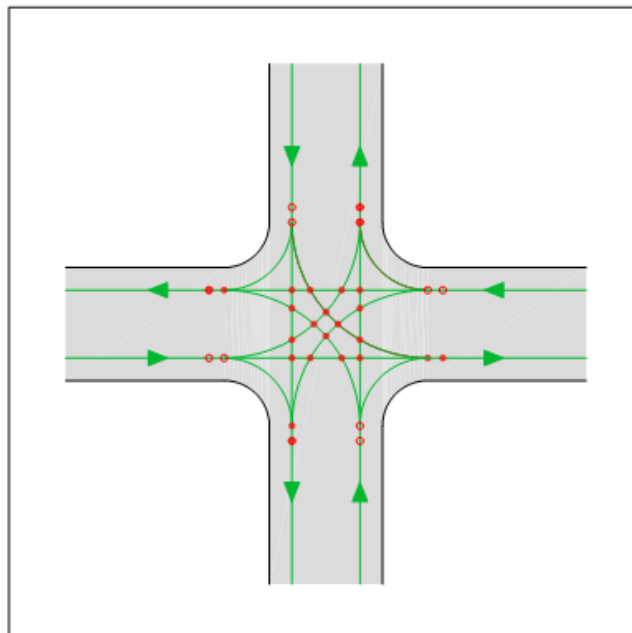


Figura 1 – Número de pontos de conflito numa intersecção em “X”

A manobra de divergência (Figura 2) resulta da alteração da corrente de tráfego, passando de uma para duas ou mais correntes concorrentes, pelo que dada a sua simplicidade se considera de pequena perigosidade ou risco nulo.

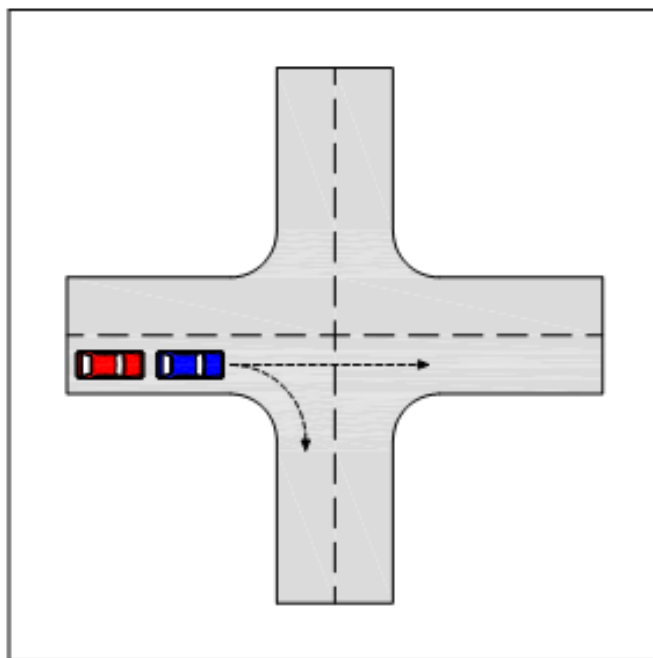


Figura 2 - Manobra de divergência

A manobra de convergência resulta da inserção numa nova corrente, como tal o condutor tem de avaliar o comportamento dos outros veículos que circulam na intersecção, com especial atenção para os que têm prioridade. A manobra só deve ser efectuada após verificação que se pode avançar em segurança, considerando-se com um nível de perigosidade mais elevada do que na manobra de divergência.

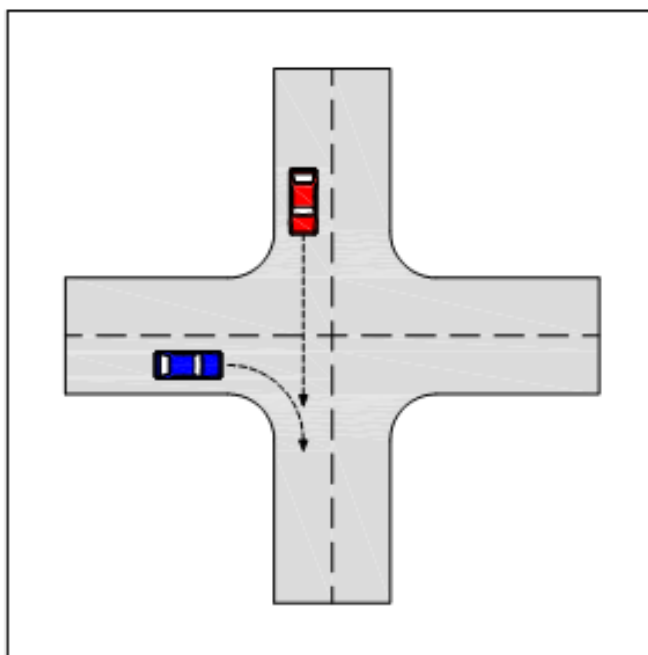


Figura 3 - Manobra de convergência

3.4.3 Ângulo da intersecção

As características operacionais e de segurança são determinadas pelo ângulo da intersecção formado por duas estradas. De acordo com a Norma de Intersecções da JAE P5/90 – Edição 1993, o tipo de ângulo existente influencia as manobras dos condutores e a natureza dos conflitos, por isso dever-se-á ter em consideração os três tipos de ângulos:

- Ângulo recto: As duas estradas cruzam-se perpendicularmente, no cruzamento percorre-se a menor distância, os condutores têm boa amplitude de visibilidade e estão de frente para o centro da intersecção, assegurando uma boa percepção dos acontecimentos, nomeadamente para avaliar correctamente a distância e velocidade dos veículos com que se cruzam.
- Ângulos oblíquos até 120° : Embora aumentem as distâncias de atravessamento, bem como a redução da visibilidade, consideram-se de um modo geral satisfatórios.
- Ângulos superiores a 120° : Não são aconselháveis este tipo de ângulos, pelo que sempre que possível o traçado do ramo secundário da intersecção deve ser modificado.

Na intersecção em "X" é conveniente desviar a estrada secundária de modo a transformá-la numa intersecção em "Cruz" ou em dois "T".

- a) A solução mais aconselhável é a intersecção em "Cruz". Na Figura 4, nos casos A e B transforma-se a intersecção existente numa intersecção em "Cruz".

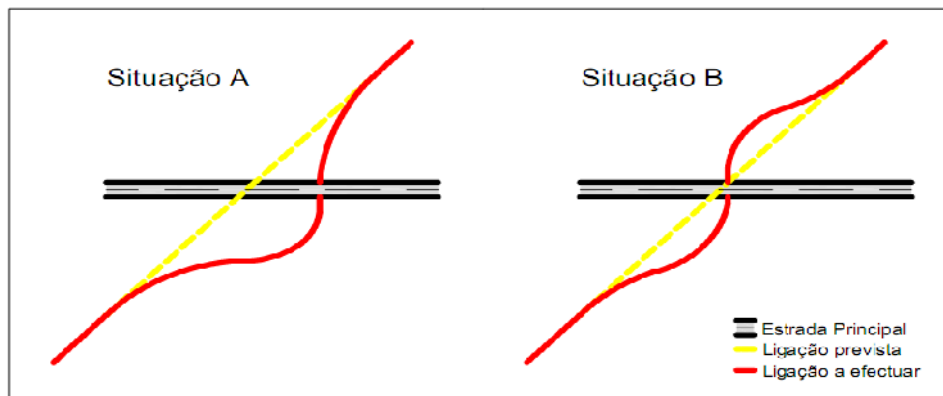


Figura 4 – Transformação de uma intersecção "X" em "Cruz" - Situação A e B (JAE P5/90, 1993)

- b) Caso se pretenda da transformar a intersecção em dois "T", a solução aconselhável é a da Figura 6, caso D. A solução representada na Figura 5, caso "C" deve-se evitar, uma vez que implica viragens à esquerda na estrada principal, o que é sempre inconveniente.

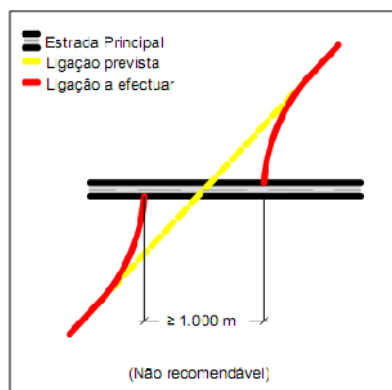


Figura 5 – Transformação de uma intersecção "X" em dois "T" - Situação C (JAE P5/90, 1993)

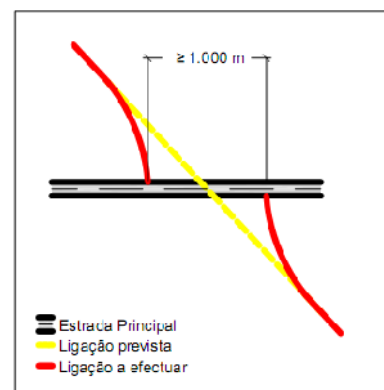


Figura 6 – Transformação de uma intersecção "X" em dois "T" - Situação D (JAE P5/90, 1993)

No caso de intersecções múltiplas, deve-se optar por transformar em duas intersecções distintas. Em casos especiais, desde que as características do tráfego o justifiquem, poderá recorrer-se a uma intersecção giratória.

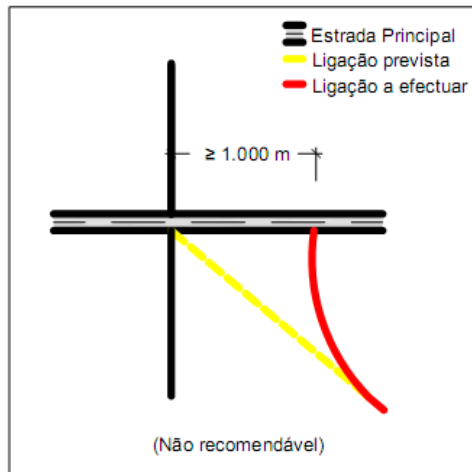


Figura 7 – Transformação de intersecções múltiplas (JAE P5/90, 1993)

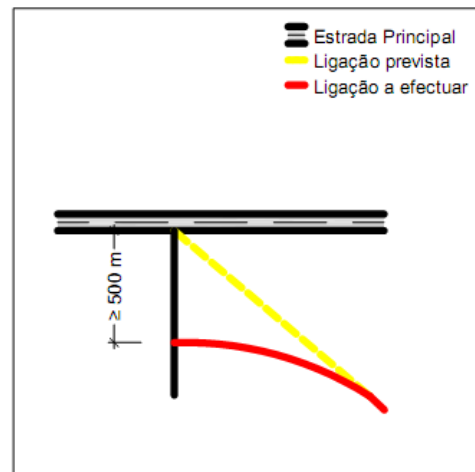


Figura 8 – Transformação de intersecções múltiplas (JAE P5/90, 1993)

3.4.4 Viragens

Nas mudanças de direcção deve ser utilizada uma via própria e exclusiva, de forma que se mantenha o fluxo corrente de tráfego na área de intersecção.

Especialmente nas vias para viragem à esquerda, os veículos que pretendem efectuar esta manobra devem ter em atenção os conflitos que podem gerar com:

- 1) o tráfego directo no sentido oposto;
- 2) o tráfego que cruza;
- 3) o tráfego directo no mesmo sentido.

Segundo a Norma de Intersecções da JAE P5/90 – Edição 1993, foram efectuados estudos nos Estados Unidos, que concluíram que as vias de viragem à esquerda evitam 33% dos acidentes, que podem ocorrer numa intersecção.

3.4.5 Afunilamento

Os movimentos secundários, nomeadamente as mudanças de direcção para entrar ou sair de uma intersecção, devem ser efectuados numa única via, pelo que as vias devem ser afuniladas, ou estreitadas, conforme se entre ou saia de uma intersecção.

3.4.6 Áreas de refúgio

Tanto as ilhas direccionais como os separadores de vias e sentidos permitem que os veículos possam efectuar as manobras em segurança, sem que tenham de invadir as vias de circulação adjacentes. Deste modo os condutores podem circular e efectuarem as sucessivas transições nas vias de circulação que pretendem atravessar. Permite ainda que, com precaução, se faça a circulação sem a interrupção do tráfego em todas as vias que se vai atravessar. A existência de elementos a delimitar as intersecções, assegura uma melhor percepção da intersecção.

3.4.7 Vias de aceleração e desaceleração

Estas vias permitem que os veículos efectuem variações de velocidade, aceleração ou abrandamento, de modo a que se possam aproximar e inserir com segurança, nas vias de circulação principais.

Segundo a Norma de Intersecções da JAE P5/90 de 1993, as intersecções feitas com ângulos pequenos, entre os 10° e os 15°, permitem que as diferenças de velocidades sejam mínimas entre as vias de intersecção, permitindo uma melhor e eficiente convergência do tráfego.

No caso das vias de aceleração, estas devem ter uma extensão suficiente que permita um veículo atingir a velocidade do tráfego directo, de forma a não condicionar a marcha dos veículos que circulam na via principal. As vias de aceleração só deverão ser consideradas se a estrada principal tiver 2x2 vias. A via de desaceleração permite aos veículos que pretendem sair da via principal, reduzir a sua velocidade de acordo com as características do traçado do ramo de aproximação, sem prejudicar o tráfego de passagem da via principal.

As vias de desaceleração relativas à viragem à esquerda deverão ser protegidas por um separador central de sentidos, acrescido de um comprimento adicional necessário ao acondicionamento dos veículos que aguardam na via por um momento oportuno para avançarem, evitando deste modo que possam ser efectuadas manobras de ultrapassagem nesta zona, delimitando perfeitamente o espaço para a manobra.

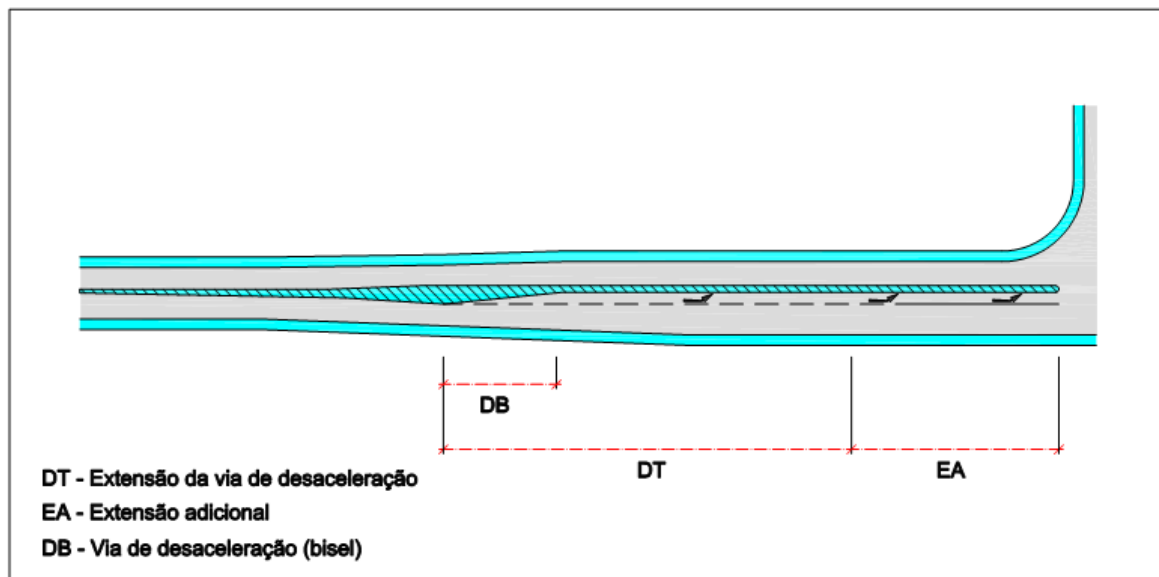


Figura 9 - Via de desaceleração para viragem à esquerda (JAE P5/90, 1993)

As vias de desaceleração para viragem à direita devem ser adoptadas em função da velocidade de circulação e dos volumes de tráfego, segundo a norma portuguesa JAE P5/90.

3.5 Visibilidade

3.5.1 Generalidades

Todas as intersecções devem ser desenvolvidas permitindo a visibilidade completa do condutor em toda a envolvente, pelo que todo o obstáculo que se encontre a dificultar a visibilidade deve ser eliminado. Nesta análise deve-se considerar o binómio via principal/ via secundária, garantindo deste modo o cumprimento das distâncias de segurança fixadas para ambas as vias (distância de visibilidade e distância de paragem).

3.5.2 Distância de visibilidade de paragem

Em todas as intersecções deve ser assegurada a distância mínima de visibilidade de paragem, correspondente à distância a percorrer em segurança após travagem, desde que avista o obstáculo até a altura em o veículo fica imobilizado. Esta distância é assegurada em função da velocidade base permitida na via principal.

A distância mínima de visibilidade lateral nas curvas horizontais é delimitada pelo alinhamento recto definido entre os pontos extremos da referida distância, medida sobre uma linha situada sobre o pavimento e a 1,5 m da aresta interior do mesmo.

Os valores das distâncias de visibilidade de paragem constantes na Tabela 1, devem-se considerar como valores mínimos, sendo recomendável que sempre que seja possível a utilização de distâncias de visibilidade maiores nas intersecções.

No caso de não ser possível garantir a distância de visibilidade, deve-se recorrer a mecanismos de controlo de redução de velocidade (sinalização apropriada, semáforos ou inserção de lombas).

Exceptuam-se os extremos dos separadores que deverão ser visíveis, sempre que possível a 300 metros, devendo ser garantido o mínimo a 180 metros.

Tabela 1 – Distância de Visibilidade de Paragem (JAE P5/90, 1993)

VELOCIDADE BASE (km/h)	40	50	60	70	80	100	120
DISTÂNCIA MÍNIMA (m)	40	60	80	100	120	180	250

3.5.3 Triângulo mínimo de visibilidade

Partindo do princípio que é na via principal onde há um maior fluxo de tráfego, por razões de segurança nas intersecções, deve ser sempre assegurada a prioridade da estrada principal, assumindo que a via secundária deverá ter sempre um sinal de “STOP” ou de “Aproximação de Estrada com Prioridade”. Os condutores que se encontrem neste tipo de via devem ter uma visibilidade sobre a via principal de forma que possam atravessá-la sem pôr em risco os veículos que nela circulam.

A distância de visibilidade definida na norma da JAE P5/90 sobre a estrada principal é dada pela seguinte expressão:

$$d = 1/3,6.V.(t + t_a)$$

em que:

d - distância mínima de visibilidade na estrada principal (metros);

V - velocidade base (km/hora);

t - tempo de percepção-reacção para arranque do veículo parado (segundos), iniciando a manobra de atravessamento da estrada principal.

t_a - tempo para acelerar e percorrer a distância necessária para desocupar a estrada principal (segundos), depende essencialmente da capacidade de aceleração dos veículos, sendo os valores indicados os da Tabela 2.

Tabela 2 – Tempo para acelerar (JAE P5/90, 1993)

ESTRADAS	TEMPO (Seg.)
2 VIAS	11
2x2 VIAS (SEPARADOR $\leq 5,0$ m)	13

Como medida preventiva considera-se que a distância a que um veículo cede a prioridade é a 3,00 metros do limite da faixa de rodagem da estrada principal, no caso dos veículos articulados considera-se o seu comprimento cerca de 18,00 metros (Figura 10). Caso existam faixas de rodagem separadas, em que o separador tenha uma largura igual ou superior ao comprimento anteriormente referido, o cruzamento, nomeadamente no caso dos veículos articulados, poderá efectuar-se em duas fases, uma até ao separador central e outra no outro lado da via.

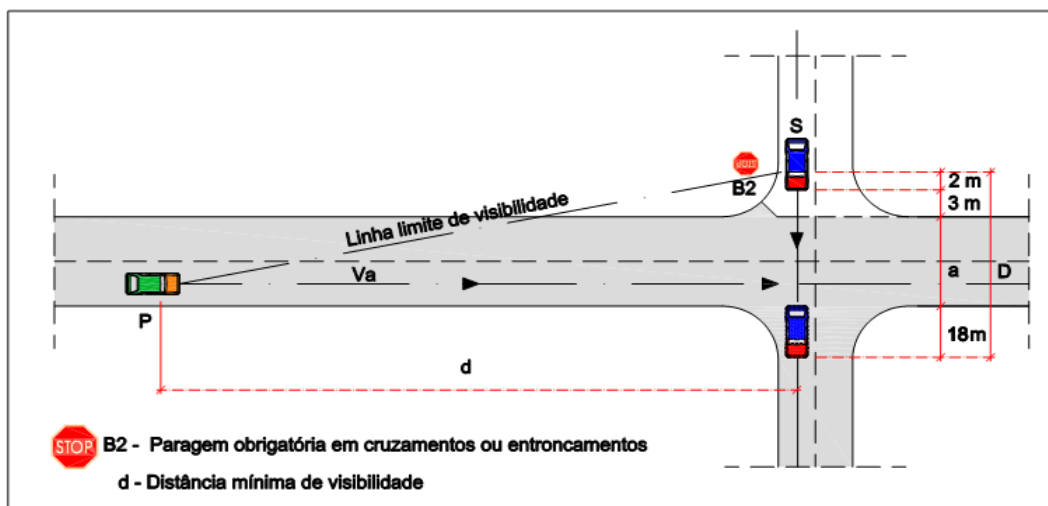


Figura 10 - Triângulo de visibilidade em alinhamento recto, adaptado (JAE P5/90, 1993)

Numa intersecção em alinhamento recto em que a faixa de rodagem é totalmente visível para todos os veículos que se encontram próximos da intersecção e com visibilidade entre eles, o sinal STOP poderá ser substituído por um sinal de cedência de prioridade (Figura 11). Sendo permitida a ultrapassagem desde que existam 2 ou mais vias de trânsito no mesmo sentido, com uma largura suficiente para circularem 2 veículos em paralelo, e que a ultrapassagem se faça exclusivamente pela parte da faixa de rodagem destinada ao trânsito que circula no mesmo sentido.

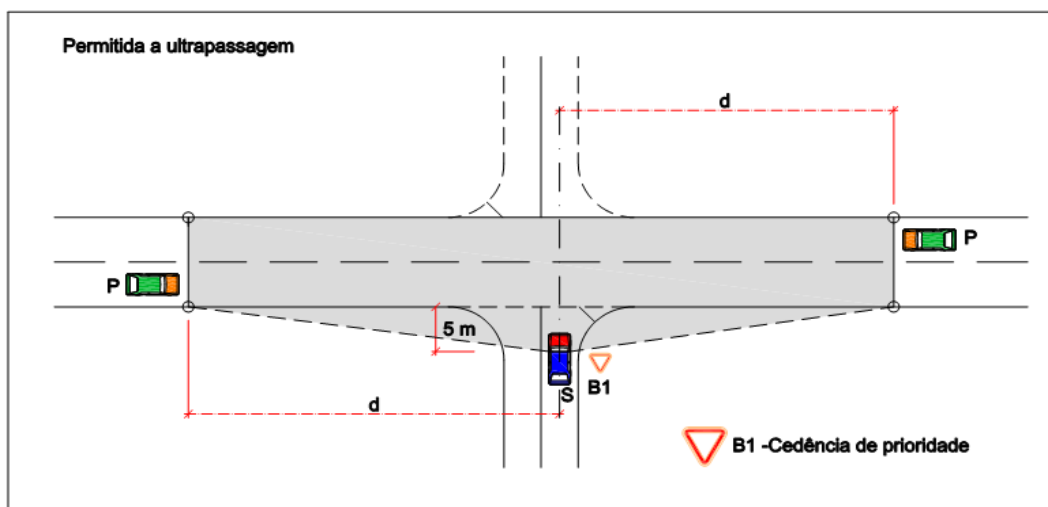


Figura 11 - Triângulo de visibilidade em alinhamento recto, adaptado (JAE P5/90, 1993)

Num alinhamento recto com uma faixa de rodagem com uma 1 via de circulação em ambos os sentidos, e a faixa de rodagem da estrada principal não seja totalmente visível para todos os veículos, mas haja visibilidade entre eles, o sinal STOP poderá ser substituído por um sinal de cedência de prioridade (Figura 12) e a ultrapassagem deverá ser proibida. No entanto tal como no caso anterior, esta poderá ser efectuada desde que estejam asseguradas as condições anteriormente descritas.

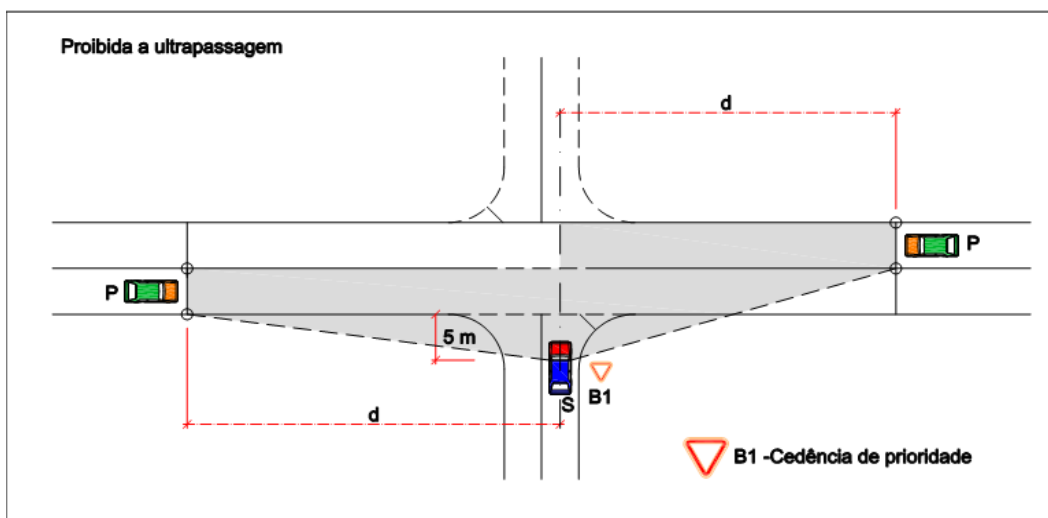


Figura 12 – Triângulo de visibilidade em alinhamento recto, ultrapassagem proibida (JAE P5/90, 1993)

Numa intersecção em alinhamento curvo em que o veículo que circula na estrada secundária se encontra no ponto da tangente externa da curva, sendo a faixa de rodagem totalmente visível para todos os veículos que se encontram próximos da intersecção, com visibilidade entre eles, o sinal a colocar neste ponto de intersecção será o de cedência de prioridade (Figura 13). Tal como no caso das intersecções em alinhamentos rectos a ultrapassagem é permitida, desde que existam 2 ou mais vias de trânsito no mesmo sentido, com uma largura suficiente para circularem 2 veículos em paralelo, e que a ultrapassagem se faça exclusivamente pela parte da faixa de rodagem destinada ao trânsito que circula no mesmo sentido.

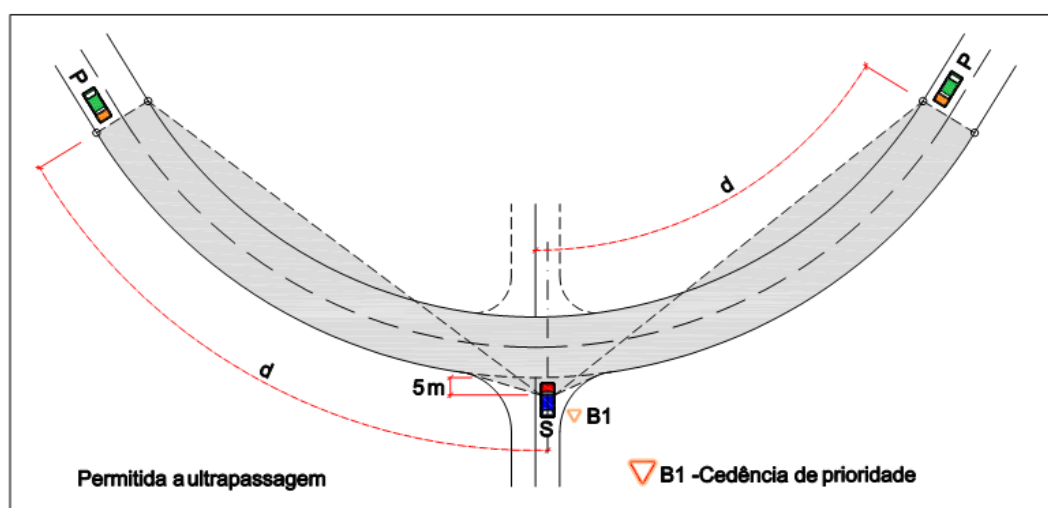


Figura 13 – Triângulo de visibilidade em alinhamento curvo, ultrapassagem permitida (JAE P5/90, 1993)

No caso de intersecção em alinhamento curvo em que o veículo que circula na estrada secundária se encontra no ponto da tangente externa da curva, e a faixa de rodagem da estrada principal não seja totalmente visível para todos os veículos mas haja visibilidade entre eles, o sinal a colocar neste ponto de intersecção será o de cedência de prioridade (Figura 14). Tal como no caso das intersecções em alinhamentos rectos a ultrapassagem é proibida se existir uma via em cada lado da faixa de rodagem, sendo permitida se existirem 2 ou mais vias de trânsito no mesmo sentido.

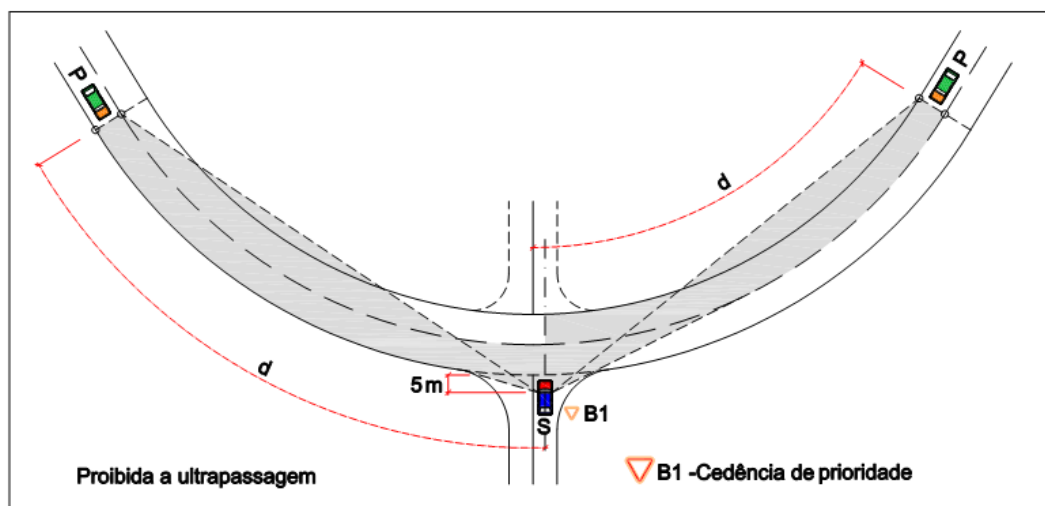


Figura 14 – Triângulo de visibilidade em alinhamento curvo, ultrapassagem proibida (JAE P5/90, 1993)

A Tabela 3 apresenta a relação entre a velocidade base e a distância de visibilidade exigida. Nesta tabela podemos observar que à medida que aumenta a velocidade base também aumenta a distância de visibilidade e quantas mais vias de circulação tiver uma faixa de rodagem maior terá de ser a distância de visibilidade

Tabela 3 – Relação Vbase / Distância de visibilidade (JAE P5/90, 1993)

VELOCIDADE BASE (km/h)	DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (m)	
	2 VIAS	2x2 VIAS (SEPARADOR $\leq 5,0$ m)
40	145	170
50	185	210
60	220	250
70	255	300
80	290	340
100	365	420
120	435	500

3.6 Estatísticas de acidentes

3.6.1 A sinistralidade rodoviária em Portugal

A Segurança Rodoviária é condicionada por um conjunto de aspectos que causam os principais problemas, que determinam a sinistralidade em Portugal. Um destes aspectos reflecte-se nos comportamentos inadequados praticados por diferentes utentes a vários níveis, nomeadamente por frequentes violações do Código da Estrada. Outro dos factores é a falta de educação cívica por uma parte significativa de condutores, denotando um desrespeito cívico contínuo, agravado pelo sentimento de impunidade generalizado que se instituiu, e que resulta da pouca eficácia ou mesmo ineficácia do circuito fiscalização/notificação/decisão/punição do infractor. Este sentimento resulta por um lado das dificuldades no sistema de processamento das contra-ordenações e por outro lado do benevolente sancionamento dos infractores pelas autoridades judiciais.

A sinistralidade rodoviária deve ser considerada como um grave e sério problema de segurança pública, associado a comportamentos inadequados, com os consequentes efeitos socioeconómicos. Neste âmbito observa-se que o problema em causa deve ser alvo de intervenções técnicas especializadas, em todas as áreas envolvidas. Por outro lado deve-se ter em atenção a criação e manutenção de níveis elevados de segurança rodoviária, este deve ser considerado como matéria urgente de debate político.

Tendo em conta os dados estatísticos dos últimos relatórios anuais do Observatório de Segurança Rodoviária da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, referentes aos anos de 2008 e 2009, será efectuada uma análise com base nestes valores.

Nesta análise vai-se ter em consideração a evolução global dos acidentes e vítimas desde o ano de 1998 até ao ano de 2009, tendo em consideração o Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR). Com o PNPR pretendeu-se criar mecanismos para um desempenho técnico consistente, tendo como objectivo a melhoria contínua da segurança rodoviária nacional. Até ao ano de 2010, pretende-se a redução de 50% do número de mortos e feridos graves, tendo como base a média de sinistralidade registada entre os anos de 1998 a 2000, conforme se pode observar na Tabela 4.

Tabela 4 – Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (ANSR, 2009)

Ano	Vítimas mortais			Feridos graves		
	Pretendido	Real	%	Pretendido	Real	%
1998		1865			8177	
1999		1750			7697	
2000		1629			6918	
Média 98/00		1748			7597	
2000	1748	1629	7%	7597	6918	9%
2001	1651	1466	11%	7175	5797	19%
2002	1554	1469	5%	6753	4770	29%
2003	1457	1356	7%	6331	4659	26%
2004	1360	1135	17%	5909	4190	29%
2005	1262	1094	13%	5487	3762	31%
2006	1165	850	27%	5065	3483	31%
2007	1068	854	20%	4643	3116	33%
2008	971	776	20%	4221	2606	38%
2009	874	737	16%	3799	2624	31%

Os objectivos traçados para o ano de 2009 foram alcançados. De acordo com os dados da ANSR, a redução das vítimas mortais e dos feridos graves foram de 56% e 66%, respectivamente. Verifica-se que este objectivo foi atingido desde o início do PNSR até ao ano 2009, tendo tido um decréscimo crescente desde essa altura. Deste modo considera-se que os níveis de redução atingidos em 2009 face à média proposta para este período são bastante satisfatórios.

3.6.2 Acidentes em intersecções rodoviárias de nível em 2008-2010

Segundo os dados cedidos pelo Observatório de Segurança Rodoviária da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária sobre acidentes com vítimas no continente em intersecções rodoviárias de nível, referentes aos anos de 2008, 2009 e 2010, representados na Tabela 5, registaram-se as seguintes vítimas:

- No ano de 2008 registaram-se 118 mortos (15%), 554 feridos graves (21%) e 11.760 feridos leves (28%), sendo o total de vítimas neste tipo de acidentes de 12.432 (28%) e o total de todos os acidentes registados neste ano de 41.327.
- No ano de 2009 registaram-se 115 mortos (16%), 516 feridos graves (20%) e 11.865 feridos leves (27%), sendo o total de vítimas neste tipo de acidentes de 12.496 (27%) e o total de todos os acidentes registados neste ano de 43.790.
- No ano de 2010 registaram-se 109 mortos (15%), 586 feridos graves (20%) e 11.840 feridos leves (27%), sendo o total de vítimas neste tipo de acidentes de 12.435 (26%) e o total de todos os acidentes registados neste ano de 43.924.

Os valores registados nestes anos contribuíram em cerca de $\frac{1}{4}$ para os índices de sinistralidade rodoviária, pelo que é necessário ter em consideração a análise das causas dos acidentes nestes locais e a promoção de uma política de prevenção activa que tenha como objectivo a redução destes números.

O levantamento dos acidentes com vítimas nas intersecções rodoviárias de nível é efectuado pelas autoridades tendo em conta a sinalização dos obstáculos, a sinalização vertical e a sinalização semafórica.

Tabela 5 – Acidentes com vítimas em intersecções de nível no Continente, 2008-2010 (ANSR, 2010)

Ano	Vítimas mortais			Feridos graves			Feridos leves			Total Inter.	%	Total Geral
	Total Inter.	%	Total Geral	Total Inter.	%	Total Geral	Total Inter.	%	Total Geral			
2008	118	15%	776	554	21%	2.606	11.760	28%	41.327	12.432	28%	44.709
2009	115	16%	737	516	20%	2.624	11.865	27%	43.790	12.496	27%	47.151
2010	109	15%	741	486	18%	2.637	11.840	27%	43.924	12.435	26%	47.302

Inter. – Intersecções de nível

A sinistralidade rodoviária está associada a vários factores que se encontram registados na Tabela 6, observando-se de um modo geral o desrespeito pelas regras instituídas pelo código da estrada. Segundo os dados oficiais disponibilizados pela ANSR o total de vítimas em 2008 e 2009 foi de 26.137 e 27.738 pessoas, respectivamente.

Destacam-se nesta análise os factores que se relacionam com o tema desta tese, o desrespeito da sinalização semafórica, da sinalização vertical e das marcas rodoviárias contabilizaram 1.127 em 2008 e 1.057 vítimas em 2009. Destas vítimas, 21 e 18 foram mortais, no ano de 2008 e no ano de 2009, respectivamente. No ano de 2008 foram registados 1.106 feridos, sendo 85 feridos graves e no ano de 2009 foram registados 1.039 feridos, sendo 73 feridos graves.

Tabela 6 – Condutores vítimas segundo informação complementar (ANSR, 2009)

Localização	Vítimas mortais		Feridos graves		Feridos leves		Total de vítimas	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Abertura de porta	1	0	1	1	13	19	15	20
Ausência de luzes quando obrigatórias	2	1	4	5	21	14	27	20
Circulação afastada berma ou passeio	2	4	10	3	104	75	116	82
Desrespeito da sinalização semaforica	2	0	7	4	99	81	108	85
Desrespeito da sinalização vertical	16	14	59	50	783	773	858	837
Desrespeito distâncias de segurança	2	2	15	15	471	390	488	407
Desrespeito das marcas rodoviárias	3	4	19	19	139	112	161	135
Encandeamento	0	0	7	5	171	175	178	180
Falha mecânica do veículo	0	1	6	9	95	99	101	109
Manobra irregular	20	22	77	79	944	800	1.041	901
Não definida	27	8	138	55	3.394	1.683	3.559	1.746
Não identificada	293	303	856	1.011	13.276	17.185	14.425	18.499
Não sinalização da manobra	1	1	7	4	69	50	77	55
Obstáculo imprevisto faixa de rodagem	3	3	18	15	417	433	438	451
Queda de carga ou objecto	0	0	0	1	16	11	16	12
Rebentamento de pneumático	2	1	6	6	128	144	136	151
Velocidade excessiva para condições existentes	118	86	260	274	4.015	3.688	4.393	4.048
Total	492	450	1.490	1.556	24.155	25.732	26.137	27.738

No sentido de se atingir uma redução significativa da sinistralidade rodoviária, considerando este objectivo prioritário, foi estruturado pelo Conselho Nacional de Segurança Rodoviária (CNSR), em 2003, um plano de modo que o conjunto de medidas a contemplar sejam integradas, incidindo em dois grandes níveis de actuação:

- a) Nível de carácter estrutural:
 - Educação contínua do utente;
 - Ambiente rodoviário seguro;
 - Quadro legal e sua aplicação.
- b) Nível de carácter operacional:
 - Velocidades praticadas mais seguras;
 - Maior segurança para os peões;
 - Maior segurança para os utentes de veículos de duas rodas;
 - Combate à condução sob a influência do álcool e drogas;
 - Combate à fadiga na condução;
 - Mais e melhor utilização de dispositivos de segurança;
 - Menor sinistralidade envolvendo veículos pesados;
 - Infra-estrutura rodoviária mais segura;
 - Melhor socorro às vítimas de acidente.

4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SINALIZAÇÃO EM INTERSECÇÕES

4.1 Boas práticas na sinalização de intersecções

4.1.1 Os princípios básicos da sinalização

A sinalização tem como objectivo fornecer indicações simples e precisas aos condutores, devendo para isso ser de fácil compreensão, lógica e coerente com toda a sinalização existente nas imediações e com as regras de circulação, seguindo a continuidade da informação já transmitida. Deste modo o condutor tem consciência da mensagem passada, permitindo que possa agir em conformidade com as indicações indicadas.

O seu campo de observação deve permitir uma boa legibilidade da via e de toda a envolvente, garantindo que toda a informação seja processada em tempo útil, permitindo a tomada de consciência e decisões, devendo para isso ser correctamente colocada e mantida em bom estado de conservação.

Para cumprir com os requisitos acima descritos deve-se ter em consideração que a sinalização deve ser:

- Uniforme;
- Homogénea;
- Simples;
- Contínua;
- Coerente.

Uniformidade

Para que se consiga a uniformidade na sinalização deve-se recorrer exclusivamente à utilização de sinalização regulamentar, tendo em consideração o Regulamento de Sinalização de Trânsito (RST), a Norma de Sinalização Vertical da JAE (NSVO - Norma JAE P13.1.1/92) e a Norma de marcas rodoviárias da JAE (NMR - Norma JAE P5.1.2/95) e as Disposições Normativas do INIR. Só se consegue fazer uma leitura uniforme da sinalização se os condutores conhecerem uma única linguagem de código de estrada, só desta forma é que todos interpretam o mesmo. É importante referir que esta leitura é credibilizada quando são considerados aspectos relacionados com a visibilidade e legibilidade da sinalização.

A uniformidade da marcação rodoviária dos dispositivos retrorreflectores complementares, são assegurados desde que se cumpra o estipulado no RST, na normalização da JAE e nas Disposições Normativas do INIR, nomeadamente as características dimensionais e critérios de utilização e colocação das Marcas Rodoviárias.

Homogeneidade

É condição essencial que o condutor encontre sinalização com as mesmas características, colocadas de acordo com as regras em vigor, dando indicações precisas assegurando o princípio da homogeneidade.

Assim, é fundamental que seja assegurada a homogeneidade pois a sua ausência ou deficiência pode causar problemas na segurança rodoviária. Este tipo de problemas pode ocorrer de imediato, com o risco na interpretação errada da mensagem, podendo levar a um acréscimo de risco de acidente. Podem ainda surgir a longo prazo, resultando da descredibilização e perda gradual da confiança do condutor, levando ao desrespeito pela sinalização e questionando a utilidade da mesma. Por outro lado, causa dificuldades no ensino, tanto no código da estrada como na

condução, pois não se consegue explicar as regras se elas não forem constantes, pois estaríamos a fazer em cada caso uma interpretação diferente para situações idênticas.

O resultado das diferentes interpretações pode induzir em erro nas seguintes situações:

- Idêntica sinalização em curvas horizontais com características geométricas muito distintas (espaçamento igual entre delineadores quer seja em recta, curva ou do raio destas);
- Idênticos afastamentos entre baias direccionais em situações de raios de curvatura muito distintos;
- Idêntica sinalização tanto em intersecções de nível como em intersecções desniveladas;
- Distintos critérios utilizados em zonas de ultrapassagem ao longo de um mesmo itinerário e em itinerários com o mesmo tipo de circulação;
- Distinta sinalização em intersecções do mesmo tipo, nomeadamente em cruzamentos com canalização, com pré-avisos reduzidos ou e com diferentes pré-avisos gráficos;
- Distinta geometria das setas de selecção com o mesmo significado numa mesma via de trânsito;
- Troca de marcas transversais por marcas longitudinais (por ex: LBTc [0.30] 0.40/0.30 em vez de LBTg [0.20] 1.5/2, em vias de aceleração de intersecções de nível;
- Troca de linhas descontínuas de abrandamento por linhas descontínuas delimitadoras de vias de trânsito.
- Incumprimento de distâncias regulamentares na colocação da sinalização de perigo ou inadaptadas às velocidades permitidas;
- Indiscriminada utilização de baias para balizamento de pontos de divergência em intersecções de nível;
- Inadequada/ausente sinalização de regulamentação e de identificação de localidades;
- Inadequada largura das marcas longitudinais (por ex: linhas descontínuas de abrandamento e de aceleração de largura igual à das linhas descontínuas delimitadoras de vias de trânsito da faixa principal).

O cumprimento da homogeneidade da sinalização permite que em circunstâncias idênticas o condutor encontre sinais adoptados segundo as mesmas regras, com a mesma informação e dimensão.

A definição das características geométricas e as distâncias de colocação da sinalização do trânsito, devem ser tomadas em função da velocidade máxima permitida, pelo que a circulação do tráfego deve ser praticada à velocidade máxima indicada pela sinalização colocada em cada via.

Simplicidade

A simplicidade da sinalização implica a redução ao mínimo do número de sinais aplicados, evitando que haja uma sobrecarga de informação; deste modo o tempo de percepção/compreensão das mensagens aumenta permitindo que o condutor possa ler, compreender e assimilar as indicações dadas.

O incumprimento deste princípio, bombardeando o condutor com a colocação de sinais sucessivos num curto espaço da via, faz com que a informação acabe por ser desvalorizada e à consequente infracção das regras de trânsito.

Por outro lado, devem ser utilizadas sempre que possível abreviaturas nas mensagens em sinalização de orientação, de modo a facilitar a leitura dos respectivos sinais e a reter a informação. Ora, para que a leitura seja simples devem ser consideradas por um lado sempre as mesmas abreviaturas e por outro evitar designações muito extensas. Por exemplo o “Aeroporto Francisco Sá Carneiro” poderá ser designado “Aeroporto” conjuntamente com o respectivo símbolo.

Continuidade

Este princípio aplica-se exclusivamente à sinalização de orientação, assegurando a continuidade dos destinos assinalados ao longo do trajecto, eliminando dúvidas e hesitações que quando são

suscitadas podem originar manobras fora de tempo ou tomadas de decisões erradas, potenciando o risco de acidentes, pelo que devem ser bem definidos os critérios de continuidade.

Um destino indicado num sinal de orientação de uma intersecção deverá aparecer em todas as restantes partes do itinerário até que o mesmo seja atingido, não podendo aparecer ou desaparecer função do espaço disponível nos sinais das intersecções contíguas, devendo ser estabelecido um critério único, assegurando a continuidade da informação.

Coerência

A coerência é um princípio determinante para credibilizar a sinalização, garantindo que esta seja aplicada de acordo os preceitos actuais de circulação, nomeadamente com as normas e legislação em vigor.

Um dos exemplos é a aplicação da sinalização “STOP”. Nas intersecções de nível, as vias para viragem à esquerda são normalmente zonas de paragem obrigatória e espera, tendo uma inscrição “STOP” no pavimento e inadequada, dado que esta inscrição deverá ser associada à linha de paragem, devendo a mesma ser imposta por sinalização vertical; por outro lado, esta sinalização é colocada com frequência no separador (lado esquerdo da via), contrariando as regras do RST. Por último, quem circular na via secundária e pretende entrar na via principal e virar à esquerda também tem um “STOP”, quando se encontra com a situação anteriormente descrita, acabam ambos por ficar confusos, acabando por aplicar a regra geral de cedência de passagem.

4.1.2 Prescrições

De acordo com cada prescrição os condutores deverão adoptar um determinado tipo de comportamento, sendo que o CE (Código de Estrada) define como princípio base que as prescrições resultantes dos sinais prevalecem sobre as regras gerais de trânsito.

A hierarquia entre as prescrições é a seguinte:

- 1) Sinalização temporária que modifique o regime normal de circulação na via;
- 2) Sinais luminosos;
- 3) Sinais verticais;
- 4) Marcas rodoviárias.

4.1.3 Tipos de sinais e regras de implantação

De acordo com o Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST), a sinalização do trânsito é composta pela sinalização vertical, marcas rodoviárias, sinais luminosos, sinalização temporária, sinais dos agentes reguladores do trânsito e sinais dos condutores.

4.1.4 Sinalização vertical

No RST está definido o sistema de sinalização vertical, nomeadamente a validade dos sinais, a colocação, a repetição da sinalização e as características dimensionais. A sinalização vertical é composta por sinais de perigo, sinais de regulamentação, sinais de indicação, sinalização de mensagem variável e sinalização turístico-cultural.

Dentro dos dispositivos que compreendem a sinalização vertical, foram seleccionados os que se utilizam nas intersecções de nível, sendo apresentados na Figura 15.

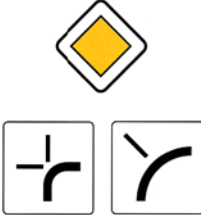
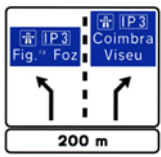
B1 - Cedência de Passagem	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância	B2 - Paragem obrigatória em cruzamentos ou entroncamentos	B3 - Via com prioridade / Mod.13a, 13b (via com prioridade)	B7 - Aproximação de rotunda
				
B8, B9a, B9b - Cruzamento com via sem prioridade	C1 - Sentido proibido	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ___ km/h	C14a - Proibição de ultrapassar	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem
				
D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baía direccional (direita)	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baía direccional (direita)	O6b - Baía direccional (esquerda e direita)
				
E3 - Sinal de selecção lateral	H7 - Passagem de peões	I2b - Pré-aviso gráfico (Rotunda)	I2a, I2c - Pré-sinalização - Pré-aviso gráfico	J1, J2, J3a - Sinais de direcção
				
J3b, J3c, J3d - Sinais de direcção	L1 - Sinal de Confirmação			
				

Figura 15 – Sinalização vertical utilizada em intersecções de nível

4.1.5 Marcas rodoviárias

As marcas rodoviárias têm como objectivo regular a circulação, advertir e orientar todos os utentes das vias públicas, podem ser usadas isoladamente ou complementadas por outros meios de sinalização, quando assim o justifique.

As marcas rodoviárias devem ser materializadas na faixa de rodagem ou nos pavimentos contíguos de modo a que o condutor consiga manter o campo visual sobre a zona onde está a desenvolver a sua condução, não precisando de efectuar desvios visuais para fazer outras leituras, reforçando desta maneira a sua atenção sobre a estrada.

Por outro lado, definem delimitações de circulação sobre o pavimento, definindo diferentes sentidos de trânsito, criando corredores de circulação destinados em exclusividade a determinados tipos de veículos, bem como dão indicações aos utentes sobre regulamentação de trânsito aplicável em cada local.

Podem deste modo servir para:

- Clarificar o traçado da via e a largura da sua faixa de rodagem;
- Distinguir as diferentes zonas da faixa de rodagem (vias de trânsito, vias de aceleração e de abrandamento, vias de viragem, zonas de segregação de veículos, zonas de estacionamento, etc.);
- Identificar os pontos de decisão e indicar opções possíveis;
- Alertar para as regras de cedência de passagem e para os limites de velocidade a respeitar;
- Determinar a posição relativa em relação a outros utentes da via;
- Determinar a posição de obstáculos na faixa de rodagem ou fora dela.

As marcas rodoviárias podem por si só e isoladamente impor prescrições, nomeadamente nas seguintes situações:

- Passagens para peões (“zebras”) e ciclistas;
- Marcas reguladoras de estacionamento e paragem (com excepção da marca de paragem e estacionamento para cargas e descargas);
- Raias oblíquas delimitadas por linhas contínuas e da marca vulgarmente designada por “caixa” (utilizadas em cruzamentos ou entroncamentos, evitando o congestionamento dos mesmos);
- A quase totalidade das marcas longitudinais e as setas.

As prescrições resultantes destas marcas rodoviárias prevalecem sobre a sinalização vertical, podendo no entanto serem complementadas por este tipo de sinalização. Um exemplo são as linhas contínuas ou descontínuas que delimitam uma via de trânsito, como um corredor de circulação reservado a determinado tipo de veículos e que tem a sinalização vertical a reforçar estas indicações.

Segundo o Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST) e a Convenção de Viena (a Convenção de Signos e Sinais Rodoviários - 1995), a hierarquia para as marcas rodoviárias pode estabelecer-se da seguinte forma:

- Marcas reguladoras (MR) - quando aplicada isoladamente ou quando em complemento de outros meios de sinalização;
- Marcas de advertência (MA) - as linhas descontínuas de aviso, das setas de desvio, da marcação de obstáculos contíguos à faixa de rodagem, das bandas cromáticas e das marcas de segurança;
- Marcas de orientação (MO) - setas de selecção em determinadas condições, as inscrições e as guias.

Uma marca pode assumir múltiplas funções, conforme o local onde for aplicada, podendo ser reguladora, de advertência (ou de aviso) e de orientação (ou guiamento).

O critério de utilização de uma determinada marca rodoviária deve ser definido numa primeira fase em projecto e devem ser revistas quando as características/condições de uma via para que foi

projectada forem alteradas. Na selecção das marcas rodoviárias a adoptar deve-se ter em consideração a hierarquia estabelecida, devendo ter como princípio a marcação estritamente necessária para a utilização desejada.

A ausência de uma determinada marca pode em certos casos resultar num benefício para a via e para os seus utentes em termos de segurança rodoviária. Uma linha axial utilizada para definir o traçado de uma via, pode gerar um efeito secundário, incentivando o aumento das velocidades praticadas, nomeadamente nas vias urbanas de acesso local.

No RST estão definidas as marcas rodoviárias, nomeadamente as suas características gerais, as características dimensionais e os critérios de utilização. As marcas rodoviárias compreendem, de acordo com o RST, as marcas longitudinais, as marcas transversais, as marcas reguladoras do estacionamento e paragem, as marcas orientadoras de sentidos de trânsito, as marcas diversas e guias e os dispositivos retrorreflectores complementares.

No caso das intersecções rodoviárias de nível utilizam-se as marcas rodoviárias representadas na Figura 16.

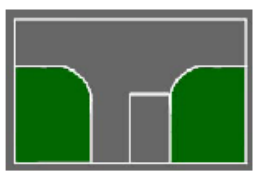
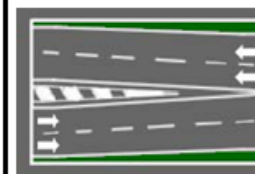
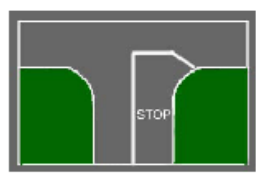
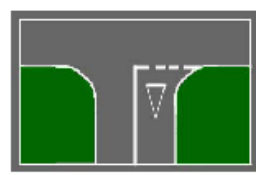
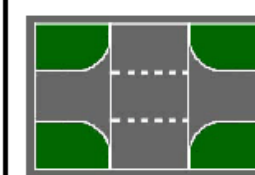
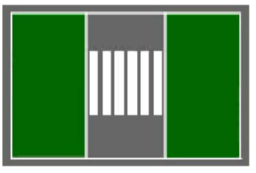
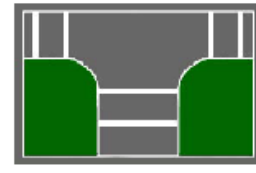
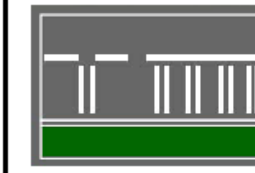
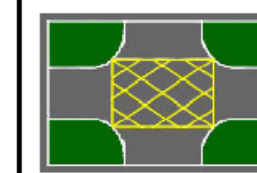
M8 - Linha de paragem	M17 - Raias oblíquas delimitadas por uma linha contínua	M17a - Raias oblíquas delimitadas por uma linha contínua	M19 (RST) - G (JAE) - Guias:
			
M8a - Linha de paragem "STOP"	M9a - Linha de cedência de passagem com símbolo triangular	M10 - Passagem para ciclistas	M10a - Passagem para ciclistas
			
M11 - Passagem para peões	M11a - Passagem para peões	M20 - Bandas cromáticas	M17b (RST) - BOX (JAE) ou "caixa"
			

Figura 16 – Marcas rodoviárias utilizadas em intersecções de nível

Além das marcas anteriormente mencionadas, existem as setas de selecção que são marcas orientadoras de sentidos de trânsito, que estão representadas na Figura 17.

Estas marcas utilizam-se para orientar os sentidos de trânsito na proximidade de cruzamentos ou entroncamentos e significam, quando apostas em vias de trânsito delimitadas por linhas contínuas (ou em faixa com uma única via de trânsito), obrigatoriedade de seguir no sentido ou num dos sentidos por elas apontados. Estas setas podem ser antecedidas de outras com igual configuração e com função de pré-aviso, as quais podem conter a indicação de via sem saída.

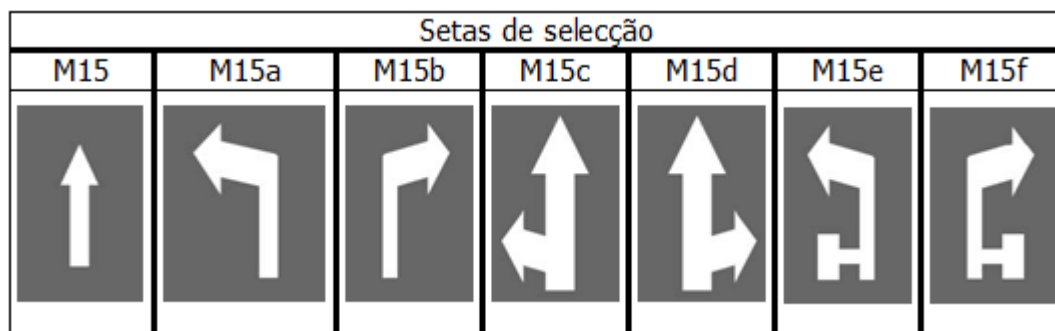


Figura 17 – Setas de selecção utilizada em intersecções de nível

Como complemento às marcas rodoviárias devem ser aplicados também sinais em tela retrorreflectora e dispositivos retrorreflectores, sendo os marcadores os que melhor se aplicam a este tipo de intersecções. Estes devem ser aplicados sobre o pavimento, reforçando a visibilidade das marcas durante a noite ou em condições de visibilidade reduzida. Pode-se observar este tipo de dispositivos na Figura 18.



Figura 18 – Marcadores em estradas

4.2 Selecção dos parâmetros de avaliação

4.2.1 Critérios de avaliação e hierarquização dos Riscos

Neste capítulo desenvolveu-se um processo que permite efectuar uma avaliação dos riscos, através da conjugação da escala de gravidade com a escala de probabilidade (situações que podem originar acidentes rodoviários). O método seleccionado para a identificação e avaliação de riscos foi o método designado “probabilidade / consequência”, com base na utilização de duplas matrizes,

Em primeiro lugar importa esclarecer em que âmbito se aplica o conceito de avaliação dos riscos. Segundo Rampal e Sathra, 1999, é um “procedimento estruturado e sistematizado que pressupõe uma correcta identificação do factor de risco e a estimativa do risco perspectivando o incremento de medidas de prevenção (antecipação) desses mesmos riscos”.

Na avaliação de riscos é necessário a deslocação ao local em estudo para se efectuar um levantamento “in situ” da sinalização vertical e das marcações rodoviárias. De forma a referenciar os vários sinais em avaliação atribui-se um número de referência, fazendo a mesma numeração no respectivo registo fotográfico.

Na avaliação de intersecções rodoviárias de nível o primeiro factor a ter em consideração é a definição do tipo de intersecção que se vai avaliar (cruzamento, entroncamento ou rotunda).

Seguidamente caracteriza-se quanto à sua localização que pode ser um IP (Itinerário Principal), IC (Itinerário Complementar), uma EN (Estrada Nacional), uma Estrada Municipal, uma Estrada regional, uma Estrada Florestal ou outro tipo de via.

Depois caracteriza-se a sua localização em relação às localidades, podendo estar Dentro das Localidades (DL) ou Fora das Localidades (FL).

A velocidade é outro dos factores que tem de ser registado, bem como o número de estradas a concorrer, como a análise tem que ser feita em todos os pontos de conflito, sob todas as perspectivas de circulação (entradas e saídas) devem ser criadas zonas de forma a isolarem estes pontos e uma designação de zona (preferencialmente numeradas).

A avaliação da sinalização vertical é efectuada tendo em consideração o tipo de sinal. Os sinais são agrupados e numerados da seguinte forma:

1. Perigo e Cedência de passagem;
2. Proibição;
3. Obrigação;
4. Indicação e Selecção de vias;
5. Baias e balizas (só nos cruzamentos e entroncamentos).

Por cada grupo é criado um subnível, por exemplo, os sinais do tipo “Perigo e Cedência de passagem” são agrupados no grupo 1, deste modo os sinais tipo B8, B9a e B9b “Aproximação de cruzamento ou entroncamento com via sem prioridade” ficam neste grupo com a numeração 1.1.

Um dos critérios mais importantes da avaliação é fixado pela obrigatoriedade de aplicação da sinalização, estes são abordados por ordem de importância, conforme se pode observar na Tabela 7, sendo esta composta por três níveis: obrigatório, recomendado e útil, a cada nível é associada uma cor, vermelho, laranja e amarelo, respectivamente. Este critério é muito importante pois os critérios de avaliação da gravidade e da probabilidade variam em função deste.

Tabela 7 – Tipo de Obrigatoriedade

Obrigatório
Recomendado
Útil

Nas avaliações verifica-se a conformidade ou aplicabilidade à situação em análise, sendo esta caracterizada da seguinte forma:

- Conforme (C);
- Não Conforme (NC);
- Não Aplicável (NA).

A primeira análise a verificar é se o sinal está colocado no local indicado, de acordo com o mencionado no RST, nas Normas da JAE e nas Disposições Normativas do INIR. Desta análise obtém-se o nível de Gravidade, este varia numa escala de 1 a 4, conforme indicado na Tabela 8, sendo que 1 corresponde a insignificante, 2 ligeira, 3 grave e 4 muito grave.

Tabela 8 – Escala de Gravidade

1	Insignificante
2	Ligeira
3	Grave
4	Muito Grave

No entanto para se classificar a Gravidade é necessário saber-se a Probabilidade, esta varia numa escala de 1 a 4 (Tabela 9), não tendo qualquer conotação estatística, sendo que 1 corresponde a muito pouco provável, 2 corresponde a pouco provável, 3 corresponde a provável e 4 muito provável.

Tabela 9 – Escala de Probabilidade

1	Muito Pouco Provável
2	Pouco Provável
3	Provável
4	Muito Provável

O valor da Probabilidade é obtido em função da Ponderação (Pd), esta tem um valor que varia entre 1 e 4. No caso da avaliação da Gravidade o valor é o mesmo uma vez que só existe uma parcela. Já no caso da avaliação da Probabilidade, a Conformidade de cada um dos quatro critérios de colocação traduz a Ponderação, variando esta entre 0 e 1, Conforme e Não Conforme, respectivamente. Os critérios analisados são o tipo de suporte do sinal, a distância a que está colocado do ponto de intersecção, a altura do sinal e a distância a que o mesmo se encontra em relação à berma ou faixa de rodagem. A Probabilidade é o resultado do somatório das Ponderações, que poderá ter o valor máximo de 4.

Assim tendo em conta que a Probabilidade condiciona a classificação da Gravidade, estabeleceu-se a seguinte metodologia:

- Tipo Obrigatório

- Se o sinal existe, será considerado Conforme e a Gravidade será em função do valor da Probabilidade:
 - ✓ A Gravidade será 2 (Ligeira) se a Probabilidade for inferior ou igual a 2;
 - ✓ A Gravidade será 4 (Muito Grave) se a Probabilidade for superior a 2;
- Se o sinal não existe, será considerado Não Conforme e a Gravidade será 4 (Muito Grave).

- Tipo Recomendado

- Se o sinal existe, será considerado Conforme e a Gravidade será em função do valor da Probabilidade:
 - ✓ A Gravidade será 1 (Insignificante) se a Probabilidade for inferior ou igual a 2;
 - ✓ A Gravidade será 3 (Grave) se a Probabilidade for superior a 2;
- Se o sinal não existe, será considerado Não Conforme e a Gravidade será 3 (Grave).

- Tipo Útil

- Se o sinal existe, será considerado Conforme e a Gravidade será em função do valor da Probabilidade:
 - ✓ A Gravidade será 1 (Insignificante) se a Probabilidade for inferior ou igual a 2;
 - ✓ A Gravidade será 2 (Ligeira) se a Probabilidade for superior a 2;
- Se o sinal não existe, será considerado Não Conforme e a Gravidade será 2 (Ligeira).

Após inserção de todos os dados obtém-se a classificação da Gravidade e da Probabilidade. A conjugação destes dois factores resulta na determinação do Nível de Risco, podendo variar de 1 a 7 (Tabela 10).

Tabela 10 – Nível de Risco

Nível de risco		Gravidade			
		1	2	3	4
Probabilidade	1	1	2	3	4
	2	2	3	4	5
	3	3	4	5	6
	4	4	5	6	7

Através do nível de risco obtido na Tabela 10, obtém-se na Tabela 11 a categoria final do risco, completando-se a sua avaliação, sendo a sua sequência do menos grave para o mais grave nomeadamente: risco aceitável, risco moderado, risco grave, risco muito grave e risco intolerável.

Tabela 11 – Categoria de Riscos

1, 2, 3	Risco Aceitável
4	Risco Moderado
5	Risco Grave
6	Risco Muito Grave
7	Risco Intolerável

Na avaliação da marcação rodoviária, tal como na avaliação da sinalização vertical, tem-se em consideração o tipo de sinalização quanto à sua obrigatoriedade, tendo a Ponderação aqui um papel fundamental na classificação dos níveis de Gravidade e da Probabilidade. Esta tal como na análise da sinalização vertical é determinada em função da Não Conformidade, variando entre 0 e 1, sendo Conforme o valor é 0 e sendo Não Conforme o valor é 1.

A avaliação da marcação é feita em função do tipo de obrigatoriedade sendo definida da seguinte maneira:

Tipo Obrigatório

- Nas Rotundas e Cruzamentos ou Entroncamentos são avaliadas 4 tipos de marcações, sendo estas: linha de cedência de passagem ou linha de paragem, zonas raiadas, marcadores em estradas e guias de estrada.

Tipo Recomendado

- Nas Rotundas e Cruzamentos ou Entroncamentos são avaliadas 4 tipos de marcações, sendo estas: símbolo triangular ou inscrição “STOP” e linhas associadas, linha de paragem nas passagens para peões, setas de selecção e marcadores.

Tipo Útil

- Nas Rotundas e Cruzamentos ou Entroncamentos são avaliadas 4 e 3 tipos de marcações, respectivamente. Sendo estas nas Rotundas: linhas amarelas (LAC), bandas cromáticas, setas de mini-rotunda e Inscrições (destinos) associadas a setas de selecção. Nos Cruzamentos ou Entroncamentos tem-se marcação são bandas cromáticas, “caixa” em arruamentos e sinais retrorreflectores.

O Nível de Risco é obtido em função da Ponderação, pois esta faz variar directamente os níveis de Gravidade e a Probabilidade. Definiu-se uma matriz tendo em consideração o tipo de obrigatoriedade de colocação que faz variar este parâmetro da seguinte forma:

- Tipo Obrigatório:

- Sendo a Ponderação 4, implica uma Gravidade 4 e uma Probabilidade de 4;
- Sendo a Ponderação 3, implica uma Gravidade 3 e uma Probabilidade de 4;
- Sendo a Ponderação 2, implica uma Gravidade 3 e uma Probabilidade de 3;
- Sendo a Ponderação 1, implica uma Gravidade 2 e uma Probabilidade de 2;
- Sendo a Ponderação 0, implica uma Gravidade 2 e uma Probabilidade de 1.

- Tipo Recomendado:

- Sendo a Ponderação 4, implica uma Gravidade 3 e uma Probabilidade de 2;
- Sendo a Ponderação 3, implica uma Gravidade 2 e uma Probabilidade de 2;
- Sendo a Ponderação 2, implica uma Gravidade 2 e uma Probabilidade de 2;
- Sendo a Ponderação 1, implica uma Gravidade 1 e uma Probabilidade de 1;
- Sendo a Ponderação 0, implica uma Gravidade 1 e uma Probabilidade de 1.

- Tipo Útil:

- Sendo a Ponderação 4, implica uma Gravidade 2 e uma Probabilidade de 1;
- Sendo a Ponderação 3, implica uma Gravidade 2 e uma Probabilidade de 1;
- Sendo a Ponderação 2, implica uma Gravidade 1 e uma Probabilidade de 1;
- Sendo a Ponderação 1, implica uma Gravidade 1 e uma Probabilidade de 1;
- Sendo a Ponderação 0, implica uma Gravidade 1 e uma Probabilidade de 1.

4.2.2 Definição da via e localização

A caracterização da via deve ser feita de acordo com a sua localização, o tipo de intersecção, o número de estradas a concorrer no mesmo ponto, o tipo de estrada e a velocidade praticada nesse local. Outro dos aspectos a considerar é a abordagem em função da aproximação ao ponto de conflito, pelo que se deve dividir a intersecção por zonas e para se avaliar a perspectiva de todos os utilizadores. A Tabela 12 corresponde a um cabeçalho onde são registados estes elementos.

Tabela 12 – Caracterização da via e localização

TIPO DE INTERSECÇÃO		Cruzamento ou entroncamento ☐	Rotunda ☐
LOCALIZAÇÃO			
IP/IC	☐	DL - Dentro da Localidades	☐
Estrada Nacional	☐	FL - Fora das Localidades	☐
Estrada Municipal	☐		
Estradas regionais, florestais, pontes e restantes vias	☐		
VELOCIDADE MÁXIMA	V (km/h)		
NÚMERO DE ESTRADAS A CONCORRER			
NÚMERO DE ZONAS A ANALISAR			
DESIGNAÇÃO DA ZONA			

Pretende-se definir nas páginas seguintes os critérios de avaliação da segurança na aplicação da sinalização vertical e marcas rodoviárias, em cruzamentos, entroncamentos e em rotundas. Deste modo vai-se criar uma grelha de avaliação de sinalização, de acordo com as Tabelas 13 a 20.

De forma a melhorar o aspecto e a leitura das tabelas foram adoptadas as seguintes abreviaturas:

- DL – Dentro da Localidades;
- FL – Fora das Localidades;
- SV – Sobre a via;
- C – Conforme;
- NC – Não Conforme;
- NA – Não Aplicável;
- Pd – Ponderação.

4.2.3 Avaliação da sinalização vertical

A avaliação da sinalização vertical é feita em função do tipo de sinal e dos critérios de colocação. É verificado o local onde está instalado o sinal, o tipo de suporte, a altura, a distância ao ponto de conflito, a distância à faixa de rodagem/berma. Tendo em consideração estes dados procede-se à avaliação dos riscos em cruzamentos ou entroncamentos, sendo a avaliação geral efectuada de acordo com a Tabela 13 e o resumo dessa avaliação apresentada na Tabela 14.

Tabela 13 – Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos

1	Perigo e Cedência de passagem				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
1.1	Sinal	B8, B9a, B9b - Cruzamento ou entroncamento com via sem prioridade	N.º					
	Local	Na via principal						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	$150 \leq d < 300$	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h $\geq$ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	$\geq 0,50$	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS		PxG					
1.2	Sinal	B1 - Cedência de Passagem	N.º					
	Local	Na via secundária						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Junto à intersecção	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h $\geq$ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	$\geq 0,50$	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS		PxG					
1.3	Sinal	B2 - Paragem obrigatória em cruzamentos/entroncamentos	N.º					
	Local	Na via secundária						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Junto à intersecção	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h $\geq$ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	$\geq 0,50$	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS		PxG					
1.4	Sinal	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância	N.º					
	Local	Na via secundária, fora das localidades, conforme haja ou não sinal STOP, e sempre que as velocidades sejam elevadas						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	FL: d $\leq$ 50 DL: d $\leq$ 25	Real					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h $\geq$ 2,20 SV: h > 0,55	Real					
	Distância à berma (m)	$\geq 0,50$	Real					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS		PxG					

Tabela 13 – Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos (continuação)

Tabela 15 - Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos (continuação)					Verificação			
1	Perigo e Cedência de passagem				C	NC	NA	Pd
1.5	Sinal	B3 - Via com prioridade / Mod.13a, 13b (via com prioridade)	N.º					
	Local	Em intersecções de desenho não habitual						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Início da via		D				
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr				
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
2	Proibição				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
2.1	Sinal	C14a - Proibição de ultrapassar	N.º					
	Local	Repetido à esquerda						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Próximo do local		D				
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr				
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
2.2	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de __km/h	N.º					
	Local	Fora das localidades						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Próximo do local		D				
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr				
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
3	Obrigações				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
3.1	Sinal	D3a - Obrigações de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição	N.º					
	Local	Nas ilhas separadoras de sentidos na aproximação à intersecção						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Próximo do local		D				
	Altura do sinal (m)	h[D3a] = 1,50		H1				
		h[O7a] = 0,30		H2				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr				
	Probabilidade				P			
	Observações							
CATEGORIA DE RISCOS			PxG					

Tabela 13 – Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos (continuação)

3					Obrigações				Verificação			
					C	NC	NA	Pd				
3.2	Sinal	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo	N.º									
	Local	No sentido da entrada da via secundária a partir da via principal										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado										
	Distância (m)	Próximo do local	D									
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H								
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr								
	Probabilidade				P							
	Observações											
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG								
4					Indicação e Selecção de vias				Verificação			
					C	NC	NA	Pd				
4.1	Sinal	J1, J2, J3a, J3b, J3c, J3d - Sinais de direcção	N.º									
	Local	Sempre										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Painel ou pórtico										
	Distância (m)	No local	D									
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50		H1								
		hpainel=1,50		H2								
	Distância à berma (m)	dpórtico=---		Dfr1								
		dpainel=0,40		Dfr2								
	Probabilidade				P							
Observações												
CATEGORIA DE RISCOS			PxG									
4.2	Sinal	I2a, I2c - Pré-sinalização - Pré-aviso gráfico	N.º									
	Local	Sempre com excepção das vias de acesso local										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Painel lateral ou pórtico										
	Distância (m)	V = 110-130 km/h	d = 2000 m	D1								
		V = 90-110 km/h	d = 1500 m	D2								
		V = 60-90 km/h	d = 1000 m	D3								
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50		H1								
		hpainel=1,50		H2								
	Distância à berma (m)	dpórtico=---		Dfr1								
dpainel=0,40		Dfr2										
Probabilidade				P								
Observações												
CATEGORIA DE RISCOS			PxG									
4.3	Sinal	J3b, J3c, J3d - Sinais de direcção	N.º									
	Local	Sempre com excepção das vias de acesso local										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Painel ou pórtico										
	Distância (m)	No local	D									
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50		H1								
		hpainel=1,50		H2								
	Distância à berma (m)	dpórtico=---		Dfr1								
		dpainel=0,40		Dfr2								
	Probabilidade				P							
Observações												
CATEGORIA DE RISCOS			PxG									

Tabela 13 – Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos (continuação)

Tabela 10 - Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos (continuação)					Verificação			
4	Indicação e Selecção de vias				C	NC	NA	Pd
4.4	Sinal	L1 - Sinal de Confirmação	N.º					
	Local	Só na Rede Nacional						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Painel						
	Distância (m)	V = 110-130 km/h	d = 500 m	D1				
		V = 90-110 km/h	d = 300 m	D2				
		V = 60-90 km/h	d = 250 m	D3				
	Altura do sinal (m)	hpainel=1,50		H				
	Distância à berma (m)	dpainel=0,40		Dfr				
	Probabilidade				P			
Observações								
CATEGORIA DE RISCOS				PxG				
4.5	Sinal	H7 - Passagem de peões	N.º					
	Local	Nas passagens de peões						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local		D				
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr				
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG			
4.6	Sinal	E3 - Sinal de selecção lateral	N.º					
	Local	Em entroncamentos em "T"						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Painel lateral ou pórtico						
	Distância (m)	V = 110-130 km/h	d = 350 m	D1				
		V = 90-110 km/h	d = 250 m	D2				
		V = 60-90 km/h	d = 150 m	D3				
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50		H1				
		hpainel=1,50		H2				
	Distância à berma (m)	dpórtico=---		Dfr1				
		dpainel=0,40		Drf2				
	Probabilidade				P			
	Observações							
CATEGORIA DE RISCOS				PxG				
5	Indicação e Selecção de vias				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
5.1	Sinal	O6b - Baia direccional (esquerda e direita)	N.º					
	Local	Em entroncamentos em "T", em estradas						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local		D				
	Altura do sinal (m)	h ≥ 1,50		H				
	Distância à berma (m)	---		Dfr				
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG			

Tabela 14 – Resumo da Avaliação da sinalização vertical em cruzamentos e entroncamentos

Tabela 14 - Resumo da Avaliação da Sinalização Vertical em Cruzamentos e Etroncamentos							
Item	Sinal	NA	N.º	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
						PxG	Avaliação
1	Perigo e Cedência de passagem						
1.1	B8, B9a, B9b - Cruzamento ou entroncamento com via sem prioridade						
1.4	B1 - Cedência de Passagem						
1.5	B2 - Paragem obrigatória em cruzamentos ou entroncamentos						
1.6	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância						
1.7	B3 - Via com prioridade / Mod.13a, 13b (via com prioridade)						
2	Proibição						
2.1	C14a - Proibição de ultrapassar						
2.2	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h						
3	Obrigações						
3.1	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição						
3.2	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo						
4	Indicação e Selecção de vias						
4.1	J1, J2, J3a, J3b, J3c, J3d - Sinais de direcção						
4.2	I2a, I2c - Pré-sinalização - Pré-aviso gráfico						
4.3	J3b, J3c, J3d - Sinais de direcção						
4.4	L1 - Sinal de Confirmação						
4.5	H7 - Passagem de peões						
4.6	E3 - Sinal de selecção lateral						
5	Baías e balizas						
5.1	O6b - Baía direccional (esquerda e direita)						

A avaliação da sinalização vertical nas rotundas é efectuada tal como a avaliação dos entroncamentos ou cruzamentos, sendo a avaliação geral efectuada de acordo com a Tabela 15 e o resumo dessa avaliação apresentada na Tabela 16.

Tabela 15 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas

1	Perigo e Cedência de passagem				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
1.1	Sinal	B7 - Aproximação de rotunda	N.º					
	Local	Nos ramos e nas entradas						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	150 ≤ d < 300	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG			
1.2	Sinal	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem	N.º					
	Local	Nos ramos e nas entradas						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Junto à intersecção	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG			
1.3	Sinal	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância	N.º					
	Local	Fora das localidades e sempre que se pratique velocidades elevadas						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Junto à intersecção	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG			
2	Proibição				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
2.1	Sinal	C14a - Proibição de ultrapassar	N.º					
	Local	Nos ramos, repetido do lado esquerdo						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	Próximo do local	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG			

Tabela 15 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas (continuação)

2					Proibição				Verificação			
					C	NC	NA	Pd				
2.2	Sinal	C1 - Sentido proibido	N.º									
	Local	Repetido, do lado esquerdo, no sentido contrário ao da marcha										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado										
	Distância (m)	Próximo do local		D								
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H								
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr								
	Probabilidade				P							
	Observações											
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG								
2.3	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º									
	Local	Nas entradas, em sentido contrário ao da marcha										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado										
	Distância (m)	Próximo do local		D								
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H								
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr								
	Probabilidade				P							
	Observações											
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG								
2.4	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º									
	Local	Em estradas										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado										
	Distância (m)	Próximo do local		D								
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H								
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr								
	Probabilidade				P							
	Observações											
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG								
3					Obrigações				Verificação			
					C	NC	NA	Pd				
3.1	Sinal	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição	N.º									
	Local	Nas ilhas separadoras de sentidos										
	Gravidade				G							
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado										
	Distância (m)	No local		D								
	Altura do sinal (m)	h[D3a] = 1,50		H1								
		h[O7a] = 0,30		H2								
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr								
	Probabilidade				P							
	Observações											
CATEGORIA DE RISCOS			PxG									

Tabela 15 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas (continuação)

Tabela 18 - Avaliação da sinalização vertical em rotundas (continuação)					Verificação			
3	Obrigações				C	NC	NA	Pd
3.2	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (dir.)	N.º					
	Local	Na ilha central, em estradas						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
3.3	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baia direccional (dir.)	N.º					
	Local	Na ilha central, em estradas com duas ou mais vias						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local	D					
	Altura do sinal (m)	D1a) FL: h=1,50 DL: h≥2,20 SV: h>0,55 O6b) h≥1,50	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
3.4	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (dir.)	N.º					
	Local	Na ilha central, em arruamentos principais						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	A distância conveniente	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
3.5	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baia direccional (dir.)	N.º					
	Local	Na ilha central, em arruamentos principais com duas ou mais vias						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local	D					
	Altura do sinal (m)	D1a) FL: h=1,50 DL: h≥2,20 SV: h>0,55 O6b) h≥1,50	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				

Tabela 15 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas (continuação)

4	Indicação e Selecção de vias				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
4.1	Sinal	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção	N.º					
	Local	Sempre						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Painel ou pórtico						
	Distância (m)	No local	D					
	Altura do sinal (m)	hpórtico= 5,50	H1					
		hpainel=1,50	H2					
	Distância à berma (m)	dpórtico=---	Dfr1					
		dpainel=0,40	Dfr2					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
4.2	Sinal	I2b - Pré-aviso gráfico (Rotunda)	N.º					
	Local	Sempre com excepção das vias de acesso local						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Painel lateral ou pórtico						
	Distância (m)	V = 110-130 km/h	d = 2000 m	D1				
		V = 90-110 km/h	d = 1500 m	D2				
		V = 60-90 km/h	d = 1000 m	D3				
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50	H1					
		hpainel=1,50	H2					
	Distância à berma (m)	dpórtico=---	Dfr1					
		dpainel=0,40	Dfr2					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
4.3	Sinal	L1 - Sinal de Confirmação	N.º					
	Local	Só na rede nacional						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Painel						
	Distância (m)	V =110-130 km/h	d = 500 m	D1				
		V = 90-110 km/h	d = 300 m	D2				
		V = 60-90 km/h	d = 150 m	D3				
	Altura do sinal (m)	hpainel=1,50	H					
	Distância à berma (m)	0,4	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				
4.4	Sinal	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4+B1)	N.º					
	Local	Nas passagens de peões						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local	D					
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG				

Tabela 16 – Resumo da Avaliação da sinalização vertical em rotundas

Tabela 16 - Resumo da Avaliação da Sinalização Vertical em Rotundas							
Item	Sinal	NA	N.º	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
						PxG	Avaliação
1	Perigo e Cedência de passagem						
1.1	B7 - Aproximação de rotunda						
1.2	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem						
1.3	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância						
2	Proibição						
2.1	C14a - Proibição de ultrapassar						
2.2	C1 - Sentido proibido						
2.3	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h						
2.4	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h						
3	Obrigações						
3.1	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição						
3.2	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (direita)						
3.3	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baia direccional (direita)						
3.4	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (direita)						
3.5	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baia direccional (direita)						
4	Indicação e Selecção de vias						
4.1	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção						
4.2	I2b - Pré-aviso gráfico (Rotunda)						
4.3	L1 - Sinal de Confirmação						
4.4	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4+B1)						

4.2.4 Avaliação da marcação rodoviária

Esta avaliação é realizada tendo em consideração as marcações/pinturas sobre o pavimento e os critérios de colocação. É verificado no local as marcações existentes procedendo-se à recolha de dados e consequente avaliação dos riscos em cruzamentos ou entroncamentos, sendo a avaliação geral efectuada de acordo com a Tabela 17 e o resumo dessa avaliação apresentada na Tabela 18.

Tabela 17 – Avaliação da marcação rodoviária em cruzamentos e entroncamentos

6	Marcação	Verificação			
		C	NC	NA	Pd
6.1	6.1.1 - Linha de paragem na via secundária				
	6.1.2 - Zona raiada a montante das ilhas direccionais e separadoras de sentidos				
	6.1.3 - Marcadores em estradas				
	6.1.4 - Guias em estrada				
	Gravidade	G			
	Probabilidade	P			
	Observações				
	CATEGORIA DE RISCOS	PxG			
6.2	6.2.1 - Inscrição "STOP" e símbolo triangular associados a linha de paragem (M8a) e de cedência de passagem (M9a)				
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões (M11, M11a) e ciclistas (M10, M10a)				
	6.2.3 - Setas de selecção				
	6.2.4 - Marcadores, em estrada e em entradas de povoação				
	Gravidade	G			
	Probabilidade	P			
	Observações				
	CATEGORIA DE RISCOS	PxG			
6.3	6.3.1 - Bandas cromáticas				
	6.3.2 - "Caixa" em arruamentos				
	6.3.3 - Sinais em tela retrorreflectora				
	Gravidade	G			
	Probabilidade	P			
	Observações				
	CATEGORIA DE RISCOS	PxG			

Tabela 18 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em cruzamentos e entroncamentos

6	Marcação	NA	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
					PxG	Avaliação
6.1	6.1.1 - Linha de paragem na via secundária					
	6.1.2 - Zona raiada a montante das ilhas direccionais e separadoras de sentidos					
	6.1.3 - Marcadores em estradas					
	6.1.4 - Guias em estrada					
6.2	6.2.1 - Inscrição "STOP" e símbolo triangular associados a linha de paragem (M8a) e de cedência de passagem (M9a)					
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões (M11, M11a) e ciclistas (M10, M10a)					
	6.2.3 - Setas de selecção					
	6.2.4 - Marcadores, em estrada e em entradas de povoação					
6.3	6.3.1 - Bandas cromáticas					
	6.3.2 - "Caixa" em arruamentos					
	6.3.3 - Sinais em tela retrorreflectora					

Esta avaliação da marcação rodoviária em rotundas é realizada da mesma maneira que os cruzamentos ou entroncamentos, sendo a avaliação geral efectuada de acordo com a Tabela 19 e o resumo dessa avaliação apresentada na Tabela 20.

Tabela 19 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas

6	Marcação	Verificação			
		C	NC	NA	Pd
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas				
	6.1.2 - Zona raiada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos				
	6.1.3 - Marcadores em estradas				
	6.1.4 - Guias em estrada				
	Gravidade	G			
	Probabilidade	P			
	Observações				
	CATEGORIA DE RISCOS	PxG			
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular				
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos				
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viragem à direita				
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação				
	Gravidade	G			
	Probabilidade	P			
	Observações				
	CATEGORIA DE RISCOS	PxG			
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos				
	6.3.2 - Bandas cromáticas				
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda				
	6.3.4 - Inscrições (destinos) associadas a setas de selecção				
	Gravidade	G			
	Probabilidade	P			
	Observações				
	CATEGORIA DE RISCOS	PxG			

Tabela 20 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas

6	Marcação	NA	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
					PxG	Avaliação
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas					
	6.1.2 - Zona raiada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos					
	6.1.3 - Marcadores em estradas					
	6.1.4 - Guias em estrada					
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular					
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos					
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viragem à direita					
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação					
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos					
	6.3.2 - Bandas cromáticas					
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda					
	6.3.4 - Inscrições (destinos) associadas a setas de selecção					

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Avaliação de uma rotunda

O tipo de intersecção escolhida para aplicar a folha de avaliação da sinalização foi uma rotunda, situada em Matosinhos, freguesia de Leça do Balio, onde se interceptam a Rua da Arroteia, a Rua da Mainça, o novo arruamento do Hipermercado Continente e a alinhamento de uma futura estrada, com as seguintes coordenadas (41° 12' 00.39" N; 8° 37' 21.36" O). Os dados da caracterização da via e localização foram registados na Tabela 21.

Tabela 21 – Caracterização da via e localização

TIPO DE INTERSECÇÃO		Cruzamento ou entroncamento ☐	Rotunda ☒
LOCALIZAÇÃO		Matosinhos, freguesia de Leça do Balio (41°12'00.39"N; 8°37'21.36"O)	
IP/IC	☐	DL - Dentro das Localidades	☒
Estrada Nacional	☐	FL - Fora das Localidades	☐
Estrada Municipal	☒		
Estradas regionais, florestais, pontes e restantes vias	☐		
VELOCIDADE MÁXIMA		V (km/h)	50
NÚMERO DE ESTRADAS A CONCORRER		3	
NÚMERO DE ZONAS A ANALISAR		5	



Figura 19 – Rotunda em Matosinhos, freguesia de Leça do Balio (41°12'00.39"N; 8°37'21.36"O)

Este ortofotomapa (Figura 19) foi retirado do programa Google Earth, no dia 30 de Maio de 2011, no entanto verificou-se que o mesmo não estava actualizado desde 26 de Junho de 2007. Deste modo procedeu-se ao levantamento topográfico do local (Figura 21). Durante este período realizaram-se obras junto à zona 3, tendo surgido um arruamento que dá acesso ao Hipermercado Continente de Leça do Balio.

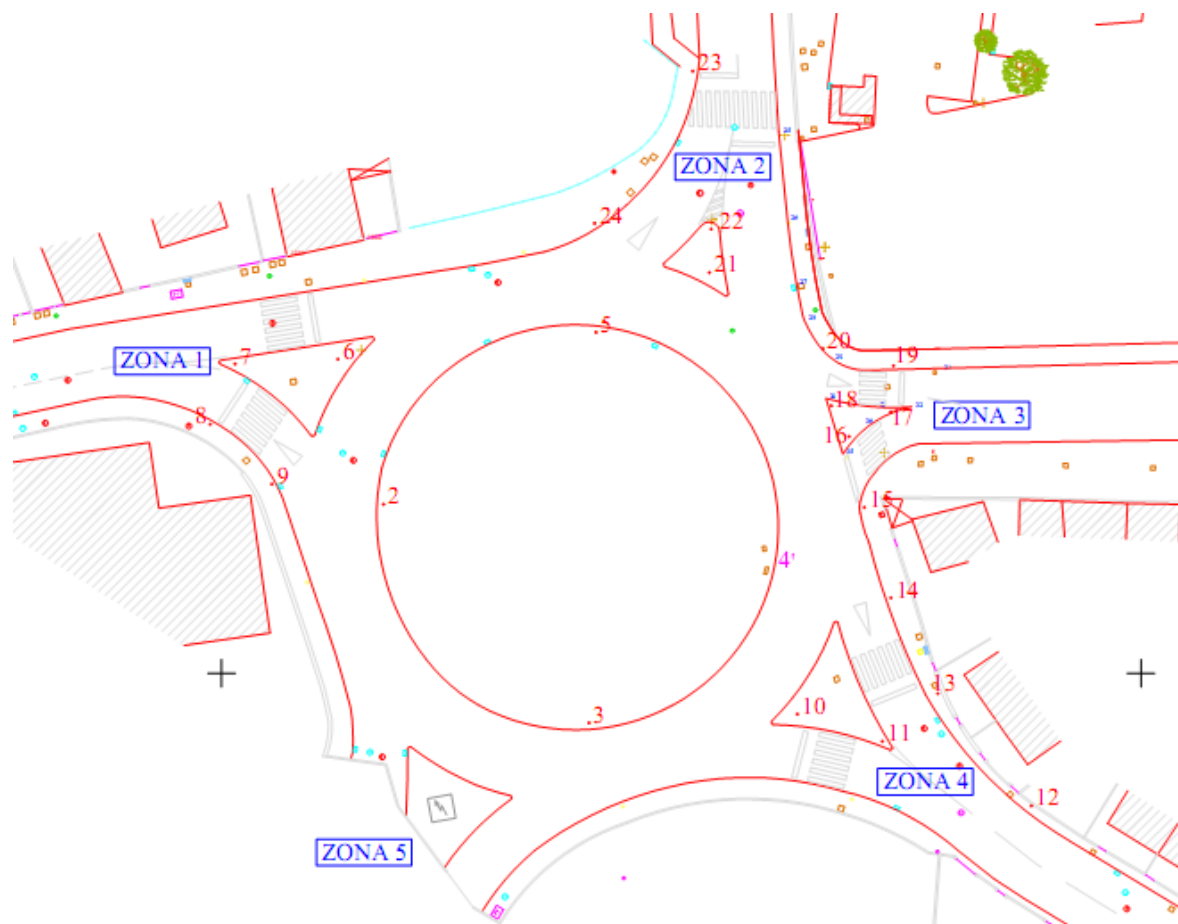


Figura 20 – Levantamento topográfico - Rotunda

5.1.1 Avaliação da Sinalização na ZONA 1

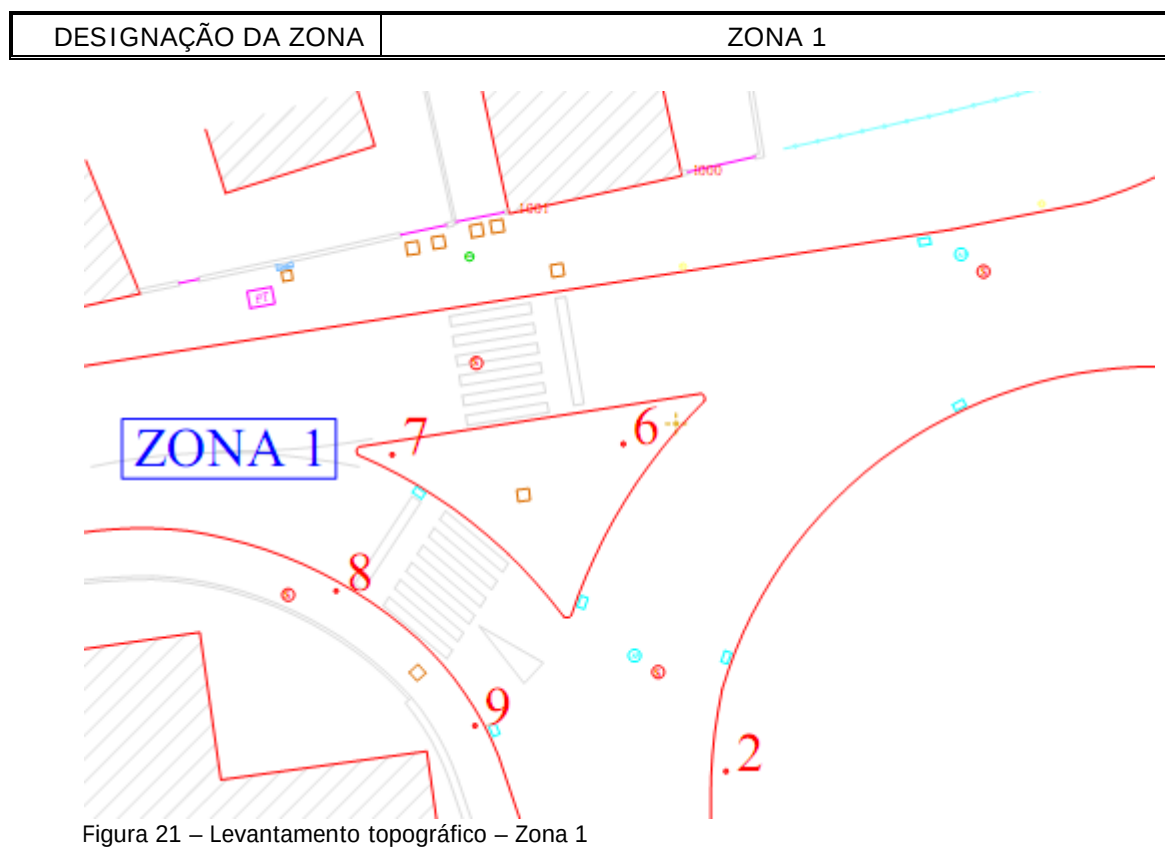


Figura 22 – Entrada da Zona 1

Esta zona (Figura 21, 22) localiza-se na intersecção Oeste da rua da Arroteia com a Rotunda, tendo sido identificados neste local 5 sinais verticais.

Na saída da rotunda foi identificado um sinal vertical, sendo este o seguinte:

- Sinal n.º 2 sobre a ilha central, Figura 23, corresponde a uma baia direccional (direita).

Na entrada da rotunda foram identificados quatro sinais verticais, sendo estes os seguintes:

- Sinal n.º 6 sobre a ilha triangular, Figura 24, corresponde a um sinal de direcção;
- Sinal n.º 7 sobre a ilha triangular, Figura 25, corresponde a um sinal de obrigação de contornar a placa ou obstáculo sobre uma baliza de posição;
- Sinal n.º 8 sobre o passeio, Figura 26, corresponde a um sinal de passagem de peões;
- Sinal n.º 9 sobre o passeio, Figura 27, corresponde a um sinal de rotunda com trânsito giratório sobre um sinal de cedência de passagem.



Figura 23 – Sinal 2 sobre a ilha central



Figura 24 – Sinal 6 sobre a ilha triangular



Figura 25 – Sinal 7 sobre a ilha triangular



Figura 26 – Sinal 8 sobre o passeio direito



Figura 27 – Sinal 9 sobre o passeio direito

Avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 1

1	Perigo e Cedência de passagem				Verificação				
					C	NC	NA	Pd	
1.1	Sinal	B7 - Aproximação de rotunda	N.º			X		4	
	Local	Nos ramos e nas entradas							
	Gravidade				G		4		
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1	
	Distância (m)	150 ≤ d < 300		D		X		1	
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H		X		1	
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr		X		1	
	Probabilidade				P		4		
	Observações								
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	7	Risco Intolerável		
	1.2	Sinal	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem	N.º	9	X			2
		Local	Nos ramos e nas entradas						
Gravidade				G		2			
Suporte do sinal		Tubo galvanizado			X				
Distância (m)		Junto à intersecção		D	-	X			
Altura do sinal (m)		FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H	2,05	X		1	
Distância à berma (m)		≥ 0,50		Dfr	0,55	X			
Probabilidade				P		1			
Observações									
CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável			
2		Proibição				Verificação			
2.1						C	NC	NA	Pd
	Sinal	C14a - Proibição de ultrapassar	N.º			X		4	
	Local	Nos ramos, repetido do lado esquerdo							
	Gravidade				G		4		
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1	
	Distância (m)	Próximo do local		D		X		1	
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H		X		1	
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr		X		1	
	Observações								
	Probabilidade				P		4		
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	7	Risco Intolerável		
	2.2	Sinal	C1 - Sentido proibido	N.º			X		4
Local		Repetido, do lado esquerdo, no sentido contrário ao da marcha							
Gravidade				G		4			
Suporte do sinal		Tubo galvanizado				X		1	
Distância (m)		Próximo do local		D		X		1	
Altura do sinal (m)		FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H		X		1	
Distância à berma (m)		≥ 0,50		Dfr		X		1	
Probabilidade				P		4			
Observações									
CATEGORIA DE RISCOS				PxG	7	Risco Intolerável			
2.3		Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º			X		3
		Local	Nas entradas, em sentido contrário ao da marcha						
	Gravidade				G		3		
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1	
	Distância (m)	Próximo do local		D		X		1	
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H		X		1	
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr		X		1	
	Probabilidade				P		4		
	Observações								
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	6	Risco Muito Grave		
	2.4	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º			X		2
		Local	Em estradas						
Gravidade				G		2			
Suporte do sinal		Tubo galvanizado				X		1	
Distância (m)		Próximo do local		D		X		1	
Altura do sinal (m)		FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H		X		1	
Distância à berma (m)		≥ 0,50		Dfr		X		1	
Probabilidade				P		4			
Observações									
CATEGORIA DE RISCOS				PxG	5	Risco Grave			

Figura 28 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 1

3	Obrigação				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
3.1	Sinal	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição	N.º	7	X			2
	Local	Nas ilhas separadoras de sentidos						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	h[D3a] = 1,50	H1	1,36		X		1
		h[O7a] = 0,30	H2	0,15				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,53	X			
	Probabilidade				P			1
	Observações							
3.3	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável	
	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baia direccional (direita)	N.º				X	
	Local	Na ilha central, em estradas com duas ou mais vias						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local	D					
	Altura do sinal (m)	D1a) FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55 O6b) h ≥ 1,50	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
3.4	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável	
	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (direita)	N.º	2		X		2
	Local	Na ilha central, em arruamentos principais						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	A distância conveniente	D	8,83	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	0,55	X			
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,71	X			
	Probabilidade				P			1
	Observações	Não existe o sinal D1a						
4	Indicação e Selecção de vias				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
	Sinal	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção	N.º	6	X			2
	Local	Sempre						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Painel ou pórtico			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50	H1	-			X	
		hpainel=1,50	H2	2,38				
	Distância à berma (m)	dpórtico=---	Dfr1	-	X			
		dpainel=0,40	Dfr2	1,63				
4.1	Probabilidade				P			1
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável	
	Sinal	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4+B1)	N.º	8	X			1
	Local	Nas passagens de peões						
	Gravidade				G			1
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,06		X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,46		X		1
4.4	Probabilidade				P			2
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável	

Figura 29 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 1

Avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 1

6	Marcação	Verificação			
		C	NC	NA	Pd
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas		X		1
	6.1.2 - Zona rajada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos		X		1
	6.1.3 - Marcadores em estradas		X		1
	6.1.4 - Guias em estrada		X		1
	Gravidade	G			4
	Probabilidade	P			4
	Observações	6.1.1 - Não tem linha de cedência de passagem mas tem símbolo triangular			
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	7	Risco Intolerável	
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular	X			
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos	X			
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viragem à direita		X		1
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação		X		1
	Gravidade	G			2
	Probabilidade	P			2
	Observações				
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	3	Risco Aceitável	
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos		X		1
	6.3.2 - Bandas cromáticas		X		1
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda		X		1
	6.3.4 - Inscrições (destinos) associadas a setas de selecção		X		1
	Gravidade	G			2
	Probabilidade	P			1
	Observações				
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	2	Risco Aceitável	

Figura 30 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 1

5.1.2 Avaliação da Sinalização na ZONA 2

DESIGNAÇÃO DA ZONA	ZONA 2
--------------------	--------

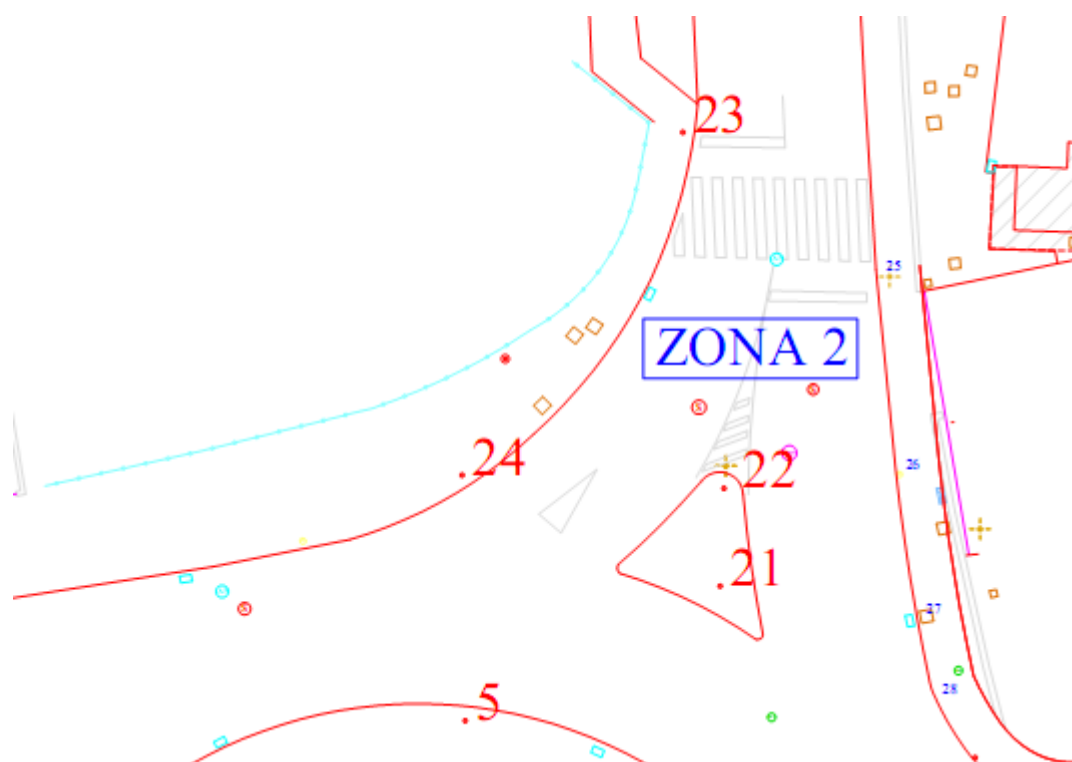


Figura 31 – Levantamento topográfico – Zona 2



Figura 32 – Entrada da Zona 2

Esta zona (Figura 31, 32) localiza-se na intersecção Norte da rua da Mainça com a Rotunda, tendo sido identificados neste local cinco sinais verticais.

Na saída da rotunda foi identificado um sinal vertical, sendo este o seguinte:

- Sinal n.º 5 sobre a ilha central, Figura 33, corresponde a uma baia direccional (direita).

Na entrada da rotunda foram identificados quatro sinais verticais, sendo estes os seguintes:

- Sinal n.º 21 sobre a ilha triangular, Figura 34, corresponde a um sinal de direcção;
- Sinal n.º 22 sobre a ilha triangular, Figura 35, corresponde a um sinal de obrigação de contornar a placa ou obstáculo sobre uma baliza de posição;
- Sinal n.º 23 sobre o passeio direito, Figura 36, corresponde a um sinal de aproximação de rotunda sobre um sinal de passagem de peões;
- Sinal n.º 24 sobre o passeio direito, Figura 37, corresponde a um sinal de rotunda com trânsito giratório sobre um sinal de cedência de passagem.

Conforme se pode observar na Figura 31, verificou-se que como marcação rodoviária existe um símbolo triangular de cedência de passagem à entrada da rotunda, uma zona delimitada mas não raiada na ilha separadora de sentidos, uma passagem para peões e as linhas de paragem em ambos os sentidos.



Figura 33 – Sinal 5 sobre a ilha central



Figura 34 – Sinal 21 sobre a ilha triangular



Figura 35 – Sinal 22 sobre a ilha triangular



Figura 36 – Sinal 23 sobre o passeio direito



Figura 37 – Sinal 24 sobre o passeio direito

Avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 2

1	Perigo e Cedência de passagem				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
1.1	Sinal	B7 - Aproximação de rotunda	N.º	23'	X			2
	Local	Nos ramos e nas entradas						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	150 ≤ d < 300	D	21,50		X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,20	X			
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,48		X		1
	Probabilidade				P			2
	Observações	O sinal H7 está em baixo						
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	3		Risco Aceitável
	Sinal	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem	N.º	24	X			2
	Local	Nos ramos e nas entradas						
1.2	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	Junto à intersecção	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,15		X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,55	X			
	Probabilidade				P			1
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2		Risco Aceitável
	Proibição							
	Sinal	C14a - Proibição de ultrapassar	N.º			X		4
	Local	Nos ramos, repetido do lado esquerdo						
	Gravidade				G			4
2.1	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	7		Risco Intolerável
	Sinal	C1 - Sentido proibido	N.º			X		4
	Local	Repetido, do lado esquerdo, no sentido contrário ao da marcha						
	Gravidade				G			4
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
2.2	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	7		Risco Intolerável
	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º			X		3
	Local	Nas entradas, em sentido contrário ao da marcha						
	Gravidade				G			3
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
2.3	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	6		Risco Muito Grave
	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º			X		2
	Local	Em estradas						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
2.4	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	5		Risco Grave

Figura 38 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 2

3	Obrigação				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
3.1	Sinal	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição	N.º	22	X			2
	Local	Nas ilhas separadoras de sentidos						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	h[D3a] = 1,50		H1	1,38	X		
		h[O7a] = 0,30		H2	0,16			
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr	0,60	X		
	Probabilidade				P			1
	Observações							
CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável		
3.2	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (direita)	N.º	5	X			1
	Local	Na ilha central, em estradas						
	Gravidade				G			1
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H	0,87	X		
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr	0,70	X		
	Probabilidade				P			1
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	1	Risco Aceitável	
4	Indicação e Selecção de vias				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
4.1	Sinal	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção	N.º	21	X			2
	Local	Sempre						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Painel ou pórtico			X			
	Distância (m)	No local	D		X			
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50		H1	-	X		1
		hpainel=1,50		H2	2,40			
	Distância à berma (m)	dpórtico=---		Dfr1	-	X		1
		dpainel=0,40		Dfr2	1,49			
	Probabilidade				P			2
Observações								
CATEGORIA DE RISCOS				PxG	3	Risco Aceitável		
4.4	Sinal	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4+B1)	N.º	23*	X			1
	Local	Nas passagens de peões						
	Gravidade				G			1
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55		H	2,80	X		
	Distância à berma (m)	≥ 0,50		Dfr	0,48		X	1
	Probabilidade				P			1
	Observações	O sinal B7 está em cima						
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	1	Risco Aceitável	

Figura 39 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 2

Avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 2

6	Marcação		Verificação			
			C	NC	NA	Pd
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas			X		1
	6.1.2 - Zona raiada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos		X			
	6.1.3 - Marcadores em estradas			X		1
	6.1.4 - Guias em estrada			X		1
	Gravidade		G			3
	Probabilidade		P			4
	Observações	6.1.1 - Não tem linha de cedência de passagem mas têm símbolo triangular				
CATEGORIA DE RISCOS			PxG	6	Risco Muito Grave	
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular		X			
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos		X			
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viragem à direita			X		1
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação			X		1
	Gravidade		G			2
	Probabilidade		P			2
	Observações					
CATEGORIA DE RISCOS			PxG	3	Risco Aceitável	
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos			X		1
	6.3.2 - Bandas cromáticas			X		1
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda			X		1
	6.3.4 - Inscrições (destinos) associadas a setas de selecção			X		1
	Gravidade		G			2
	Probabilidade		P			1
	Observações					
CATEGORIA DE RISCOS			PxG	2	Risco Aceitável	

Figura 40 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 2

5.1.3 Avaliação da Sinalização na ZONA 3

DESIGNAÇÃO DA ZONA	ZONA 3
--------------------	--------

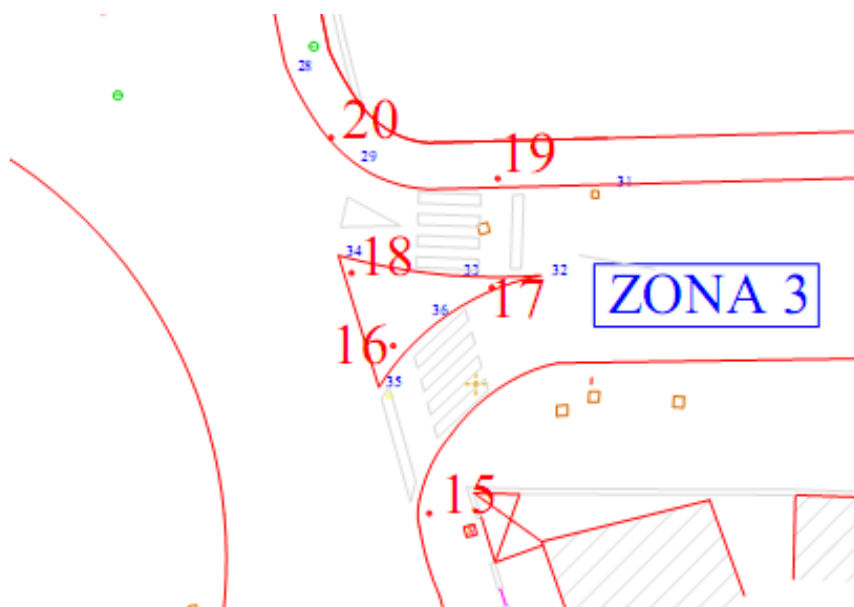


Figura 41 – Levantamento topográfico – Zona 3



Figura 42 – Entrada da Zona 3

Esta zona (Figura 41, 42) localiza-se na intersecção Este da rua de acesso ao Hipermercado Continente de Leça do Balio com a Rotunda, tendo sido identificados neste local 6 sinais verticais.

Na saída da rotunda foram identificados três sinais verticais, sendo estes os seguintes:

- Sinal n.º 15 sobre o passeio direito, Figura 43, corresponde a um sinal de passagem de peões;
- Sinal n.º 16 sobre a ilha triangular, Figura 44, corresponde a um sinal de direcção;
- Sinal n.º 18 sobre o passeio direito, Figura 46, corresponde a um sinal de sentido proibido.

Na entrada da rotunda foram identificados três sinais verticais, sendo estes os seguintes:

- Sinal n.º 17 sobre o passeio direito, Figura 45, corresponde a um sinal de obrigação de contornar a placa ou obstáculo;
- Sinal n.º 19 sobre o passeio direito, Figura 47, corresponde a um sinal de passagem de peões;
- Sinal n.º 20 sobre o passeio direito, Figura 48, corresponde a um sinal de rotunda com trânsito giratório sobre um sinal de cedência de passagem.

Conforme se pode observar na Figura 41, verificou-se que como marcação rodoviária existe um símbolo triangular de cedência de passagem à entrada da rotunda, uma zona delimitada mas não raiada na ilha separadora de sentidos, duas passagens para peões e as respectivas linhas de paragem.



Figura 43 – Sinal 15 sobre o passeio direito



Figura 44 – Sinal 16 sobre a ilha triangular



Figura 45 – Sinal 17 sobre a ilha triangular



Figura 46 – Sinal 18 sobre a ilha triangular



Figura 47 – Sinal 19 sobre o passeio direito



Figura 48 – Sinal 20 sobre o passeio direito

Avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 3

1	Perigo e Cedência de passagem				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
1.1	Sinal	B7 - Aproximação de rotunda	N.º			X		4
	Local	Nos ramos e nas entradas						
	Gravidade				G		4	
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	150 ≤ d < 300	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P		4	
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	7	Risco Intolerável	
1.2	Sinal	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem	N.º	20	X			2
	Local	Nos ramos e nas entradas						
	Gravidade				G		2	
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	Junto à intersecção	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,22	X			
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,46		X		1
	Probabilidade				P		1	
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável	
2	Proibição				Verificação			
2.1					C	NC	NA	Pd
	Sinal	C14a - Proibição de ultrapassar	N.º			X		4
	Local	Nos ramos, repetido do lado esquerdo						
	Gravidade				G		4	
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P		4	
	Observações							
CATEGORIA DE RISCOS				PxG	7	Risco Intolerável		
2.2	Sinal	C1 - Sentido proibido	N.º	18	X			2
	Local	Repetido, do lado esquerdo, no sentido contrário ao da marcha						
	Gravidade				G		2	
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	Próximo do local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,14		X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,51	X			
	Probabilidade				P		1	
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável	
2.3	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º			X		3
	Local	Nas entradas, em sentido contrário ao da marcha						
	Gravidade				G		3	
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P		4	
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	6	Risco Muito Grave	
2.4	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	N.º			X		2
	Local	Em estradas						
	Gravidade				G		2	
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P		4	
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	5	Risco Grave	

Figura 49 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 3

3	Obrigação				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
3.1	Sinal	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição	N.º	17		X		4
	Local	Nas ilhas separadoras de sentidos						
	Gravidade				G			4
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	h[D3a] = 1,50	H1	2,21		X		1
		h[O7a] = 0,30	H2	-				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,30		X		1
	Probabilidade				P			2
	Observações	Falta o O7a						
3.2	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	5	Risco Grave	
	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (direita)	N.º			X		3
	Local	Na ilha central, em estradas						
	Gravidade				G			3
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	No local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
3.3	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	6	Risco Muito Grave	
	Observações							
4	Indicação e Selecção de vias				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
4.1	Sinal	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção	N.º	16	X			2
	Local	Sempre						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Painel ou pórtico			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50	H1	-		X		1
		hpainel=1,50	H2	2,21				
	Distância à berma (m)	dpórtico=---	Dfr1	-		X		1
		dpainel=0,40	Dfr2	0,55				
	Probabilidade				P			2
4.4.a	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	3	Risco Aceitável	
	Sinal	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4+B1)	N.º	15	X			1
	Local	Nas passagens de peões						
	Gravidade				G			1
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,21	X			
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,52	X			
	Probabilidade				P			1
	Observações							
4.4.b	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	1	Risco Aceitável	
	Sinal	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4+B1)	N.º	19	X			1
	Local	Nas passagens de peões						
	Gravidade				G			1
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,21	X			
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,37		X		1
	Probabilidade				P			1
	Observações							
4.4.b	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	1	Risco Aceitável	
	Observações							

Figura 50 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 3

Avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 3

6	Marcação	Verificação			
		C	NC	NA	Pd
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas		X		1
	6.1.2 - Zona raiada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos		X		1
	6.1.3 - Marcadores em estradas		X		1
	6.1.4 - Guias em estrada		X		1
	Gravidade	G			4
	Probabilidade	P			4
	Observações	6.1.1 - Não tem linha de cedência de passagem mas tem símbolo triangular			
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	7	Risco Intolerável	
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular	X			
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos	X			
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viragem à direita		X		1
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação		X		1
	Gravidade	G			2
	Probabilidade	P			2
	Observações				
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	3	Risco Aceitável	
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos		X		1
	6.3.2 - Bandas cromáticas		X		1
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda		X		1
	6.3.4 - Inscrições (destinos) associadas a setas de selecção		X		1
	Gravidade	G			2
	Probabilidade	P			1
	Observações				
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	2	Risco Aceitável	

Figura 51 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 3

5.1.4 Avaliação da Sinalização na ZONA 4

DESIGNAÇÃO DA ZONA	ZONA 4
--------------------	--------

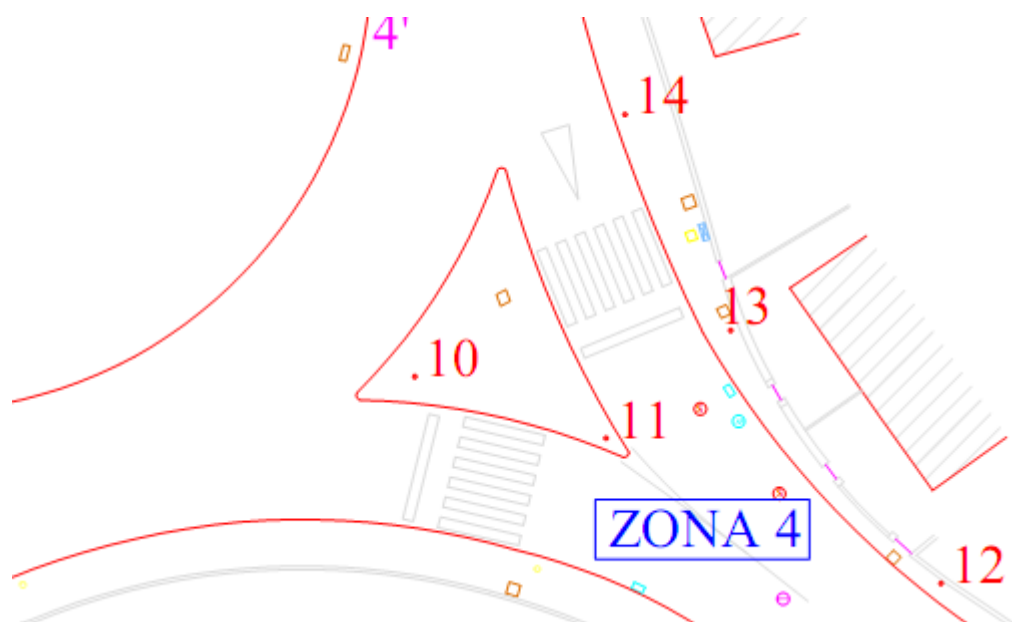


Figura 52 – Levantamento topográfico – Zona 4



Figura 53 – Entrada da Zona 4

Esta zona (Figura 52, 53) localiza-se na intersecção Sueste da rua da Mainça com a Rotunda, tendo sido identificados neste local 5 sinais verticais.

Na saída da rotunda foi identificado um sinal vertical, sendo este o seguinte:

- Sinal n.º 10 sobre a ilha triangular, Figura 54, corresponde a um sinal de direcção;

Na entrada da rotunda foram identificados quatro sinais verticais, sendo estes os seguintes:

- Sinal n.º 11 sobre a ilha triangular, Figura 55, corresponde a um sinal de obrigação de contornar a placa ou obstáculo;
- Sinal n.º 12 sobre o passeio direito, Figura 56, corresponde a um sinal de aproximação de rotunda;
- Sinal n.º 13 sobre o passeio direito, Figura 57, corresponde a um sinal de passagem de peões.
- Sinal n.º 14 sobre a ilha triangular, Figura 58, corresponde a um sinal de rotunda com trânsito giratório sobre um sinal de cedência de passagem.

Conforme se pode observar na Figura 52, verificou-se que como marcação rodoviária existe um símbolo triangular de cedência de passagem à entrada da rotunda, uma zona raiada na ilha separadora de sentidos, duas passagens para peões as respectivas linhas de paragem.



Figura 54 – Sinal 10 sobre a ilha triangular



Figura 55 – Sinal 11 sobre a ilha triangular



Figura 56 – Sinal 12 sobre o passeio direito



Figura 57 – Sinal 13 sobre o passeio direito



Figura 58 – Sinal 14 sobre o passeio direito

Avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 4

1	Perigo e Cedência de passagem				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
1.1	Sinal	B7 - Aproximação de rotunda	ILº	12	X			2
	Local	Nos ramos e nas entradas						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	150 ≤ d < 300	D	31,26		X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,22	X			
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,95	X			
	Probabilidade				P			1
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG	2	Risco Aceitável		
	Sinal	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem	ILº	14	X			2
	Local	Nos ramos e nas entradas						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
1.2	Distância (m)	Junto à intersecção	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,10		X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,55		X		1
	Probabilidade				P			2
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG	3	Risco Aceitável		
	Proibição							
	Sinal	C14a - Proibição de ultrapassar	ILº			X		4
	Local	Nos ramos, repetido do lado esquerdo						
	Gravidade				G			4
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG	7	Risco Intolerável		
2.1	Sinal	C1 - Sentido proibido	ILº			X		4
	Local	Repetido, do lado esquerdo, no sentido contrário ao da marcha						
	Gravidade				G			4
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG	7	Risco Intolerável		
	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	ILº			X		3
	Local	Nas entradas, em sentido contrário ao da marcha						
	Gravidade				G			3
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG	6	Risco Muito Grave		
2.2	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	ILº			X		2
	Local	Em estradas						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG	5	Risco Grave		
	Sinal	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h	ILº			X		2
	Local	Em estradas						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	Próximo do local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS			PxG	5	Risco Grave		

Figura 59 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 1, 2 – Zona 4

3	Obrigação				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
3.1	Sinal	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / O7a - Baliza de posição	N.º	11	X			2
	Local	Nas ilhas separadoras de sentidos						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	h[D3a] = 1,50	H1	1,37		X		1
		h[O7a] = 0,30	H2	0,14				
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,49		X		1
	Probabilidade				P			2
	Observações							
3.2	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	3	Risco Aceitável	
	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baia direccional (direita)	N.º			X		3
	Local	Na ilha central, em estradas						
	Gravidade				G			3
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado				X		1
	Distância (m)	No local	D			X		1
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H			X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr			X		1
	Probabilidade				P			4
	Observações							
3.5	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	6	Risco Muito Grave	
	Sinal	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baia direccional (direita)	N.º				X	
	Local	Na ilha central, em arruamentos principais com duas ou mais vias						
	Gravidade				G			
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado						
	Distância (m)	No local	D					
	Altura do sinal (m)	D1a) FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55 O6b) h ≥ 1,50	H					
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr					
	Probabilidade				P			
	Observações							
4	Indicação e Selecção de vias				Verificação			
					C	NC	NA	Pd
	Sinal	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção	N.º	10	X			2
	Local	Sempre						
	Gravidade				G			2
	Suporte do sinal	Painel ou pórtico			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	hpórtico=5,50	H1	-		X		1
		hpainel=1,50	H2	2,39				
	Distância à berma (m)	dpórtico=---	Dfr1	-		X		1
		dpainel=0,40	Dfr2	1,27				
4.1	Probabilidade				P			2
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	3	Risco Aceitável	
	Sinal	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4+B1)	N.º	13	X			1
	Local	Nas passagens de peões						
	Gravidade				G			1
	Suporte do sinal	Tubo galvanizado			X			
	Distância (m)	No local	D	-	X			
	Altura do sinal (m)	FL: h = 1,50 DL: h ≥ 2,20 SV: h > 0,55	H	2,00		X		1
	Distância à berma (m)	≥ 0,50	Dfr	0,44		X		1
4.4	Probabilidade				P			2
	Observações							
	CATEGORIA DE RISCOS				PxG	2	Risco Aceitável	

Figura 60 – Avaliação da sinalização vertical em rotundas, sinais tipo 3, 4 – Zona 4

Avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 4

6	Marcação	Verificação			
		C	NC	NA	Pd
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas		X		1
	6.1.2 - Zona raiada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos	X			
	6.1.3 - Marcadores em estradas		X		1
	6.1.4 - Guias em estrada		X		1
	Gravidade	G			3
	Probabilidade	P			4
	Observações				
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	6	Risco Muito Grave	
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular	X			
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos	X			
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viragem à direita		X		1
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação		X		1
	Gravidade	G			2
	Probabilidade	P			2
	Observações				
CATEGORIA DE RISCOS		PxG	3	Risco Aceitável	
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos				
	6.3.2 - Bandas cromáticas				
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda				
	6.3.4 - Inscrições (destinos) associadas a setas de selecção				
	Gravidade	G			
	Probabilidade	P			
	Observações				
CATEGORIA DE RISCOS		PxG			

Figura 61 – Avaliação da marcação rodoviária em rotundas, marcação tipo 6 – Zona 3

5.1.5 Avaliação da Sinalização na ZONA 5

DESIGNAÇÃO DA ZONA	ZONA 5
--------------------	--------

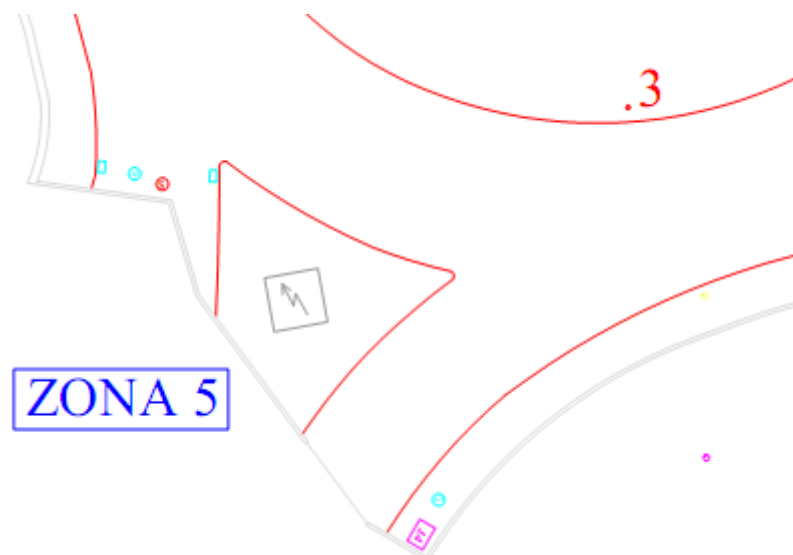


Figura 62 – Levantamento topográfico – Zona 5



Figura 63 – Entrada da Zona 5



Figura 64 – Sinal 3 sobre a ilha central

Esta zona (Figura 63, 64) localiza-se a Sudoeste, no entanto não existe nenhum arruamento, apenas um pequeno “arranque”, conforme se pode observar na Figura 62. Deste modo a única sinalização existente é uma baia direccional para a direita (O6b), Figura 63, que não deveria de estar colocada, pois pode induzir os condutores em erro. Para evitar este tipo de incongruências deveria estar antes da intercepção deste arruamento com a rotunda um sinal de proibição de virar à direita (C11a).

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na abordagem ao tema proposto para o desenvolvimento da Dissertação, foram identificadas várias metodologias para efectuar uma análise de riscos, nomeadamente William Fine, NTP 330, CRAM, BS 8800 entre outros, tendo-se optado pelo método das duplas matrizes. Apesar de o objectivo final ser o mesmo, cada uma tem princípios e características que as diferencia, nomeadamente em função da especificidade dos processos que se querem avaliar.

Outra das questões que se prende com este tipo de avaliação é a subjectividade dos métodos, dos critérios e da interpretação/sensibilidade do avaliador. O ideal seria a análise da sinalização recorrendo a várias metodologias por forma a verificar o impacto de cada uma delas. Não havendo nenhuma metodologia que se possa considerar como a mais completa e adequada a todas as situações a analisar e dado que não foi este o âmbito deste trabalho, foi adoptado um método que pudesse ser facilmente adaptado a uma avaliação lógica e simples, recorrendo a uma folha de cálculo, tentando por este processo minimizar a subjectividade da avaliação. Todo o processo de avaliação deve ter como princípio a melhoria permanente e cíclica. Este princípio de permitir uma intervenção e participação do conjunto de entidades relacionadas com este processo, nomeadamente pela prevenção, ajustando os seus conhecimentos para que os resultados obtidos sejam os mais aproximados dos desejados.

Sendo certo que as metodologias têm limitações importantes, teve-se em consideração que quanto mais genérica for a metodologia menor será o pormenor dos resultados. Assim quanto maior a especificidade da metodologia mais restrita se torna a sua aplicação a outros processos. É fundamental que haja um conhecimento da sinalização e das suas características para se desenvolver uma justa análise de riscos.

Por forma a facilitar a análise dos resultados do Estudo de Caso, realizado numa intersecção giratória, foi efectuado um resumo da avaliação da sinalização, retirado da folha do Microsoft Office Excel, tendo sido agrupados por zonas de análise, da zona 1 à zona 4, excluindo a zona 5, por não existir ainda arruamento. A avaliação da sinalização foi efectuada quanto à sinalização vertical e quanto às marcações rodoviárias.

Nesta avaliação serão apresentados os resumos e comentados os resultados mais críticos.

Zona 1

Item	Sinal	NA	IL ^o	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
						PxG	Avaliação
1	Perigo e Cedência de passagem						
1.1	B7 - Aproximação de rotunda			4	4	7	Risco Intolerável
1.2	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem		9	2	1	2	Risco Aceitável
1.3	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância	X					
2	Proibição						
2.1	C11a - Proibição de ultrapassar			4	4	7	Risco Intolerável
2.2	C1 - Sentido proibido			4	4	7	Risco Intolerável
2.3	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			3	4	6	Risco Muito Grave
2.4	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			2	4	5	Risco Grave
3	Obrigações						
3.1	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / D7a - Balizagem de posição		/	2	1	2	Risco Aceitável
3.2	D1a - Sinal Obrigatório / O6b - Balizagem direccional (direita)	X					
3.3	D1a - Sinal Obrigatório / D6b - Balizagem direccional (direita)	X					
3.4	D1a - Sinal Obrigatório / O6b - Balizagem direccional (direita)		2	2	1	2	Risco Aceitável
3.5	D1a - Sinal Obrigatório / D6b - Balizagem direccional (direita)	X					
4	Indicação e Seleção de vias						
4.1	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção		6	2	1	2	Risco Aceitável
4.2	J2b - Pré-aviso gráfico (Rotunda)	X					
4.3	L1 - Sinal de Confirmação	X					
4.4	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D1 / B1)		8	1	2	2	Risco Aceitável

Figura 65 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 1

Nesta zona verificou-se que faltavam 3 sinais verticais de instalação obrigatória, que não se encontravam instalados, pelo que classificou-se como risco intolerável estas situações. Verificou-se ainda que não se encontrava instalado 1 sinal vertical de instalação recomendada, classificando-se o mesmo como risco muito grave. Por último foi verificado que não se encontrava instalado 1 sinal

vertical de instalação útil, pelo que foi classificado de risco grave. Resumindo, na análise de 10 sinais verticais só 5 é que tinham risco aceitável.

6	Marcação	NA	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
					PxG	Avaliação
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas		4	4	7	Risco Intolerável
	6.1.2 - Zona ralada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos					
	6.1.3 - Marcadores em estradas					
	6.1.4 - Guias em estrada					
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular		2	2	3	Risco Aceitável
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos					
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viagem à direita					
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação					
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arnuamentos		2	1	2	Risco Aceitável
	6.3.2 - Bandas cromáticas					
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda					
	6.3.4 - Incrições (distanças) associadas a setas de selecção					

Figura 66 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 1

Nesta zona verificou-se que as 4 marcações de aplicação obrigatória, que não se encontravam instaladas, pelo que classificou-se como risco intolerável estas situações. Verificou-se ainda que as 4 marcações de aplicação recomendada e as 4 de aplicação útil, apesar de não estarem em conformidade, classificaram-se como risco aceitável.

Zona 2

Item	Sinal	NA	IL.º	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
						PxG	Avaliação
1	Perigo e Cedência de passagem						
1.1	B7 - Aproximação de rotunda		23	2	2	3	Risco Aceitável
1.2	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem		24	2	1	2	Risco Aceitável
1.3	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância	X					
2	Proibição						
2.1	C11a - Proibição de ultrapassar			4	4	7	Risco Intolerável
2.2	C1 - Sentido proibido			4	4	7	Risco Intolerável
2.3	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			3	4	6	Risco Muito Grave
2.4	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			2	4	5	Risco Grave
3	Obrigações						
3.1	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / D7a - Baliza de posição		22	2	1	2	Risco Aceitável
3.2	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baliza direccional (direita)		5	1	1	1	Risco Aceitável
3.3	D1a - Sentido Obrigatório / D6b - Baliza direccional (direita)	X					
3.4	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baliza direccional (direita)	X					
3.5	D1a - Sentido Obrigatório / D6b - Baliza direccional (direita)	X					
4	Indicação e Selecção de vias						
4.1	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção		21	2	2	3	Risco Aceitável
4.2	J2b - Pré-aviso gráfico (Rotunda)	X					
4.3	L1 - Sinal de Confirmação	X					
4.4	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D1 - B1)		20*	1	1	1	Risco Aceitável

Figura 67 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 2

Nesta zona verificou-se que faltavam 2 sinais verticais de instalação obrigatória, que não se encontravam instalados, pelo que classificou-se como risco intolerável estas situações. Verificou-se ainda que não se encontrava instalado 1 sinal vertical de instalação recomendada, classificando-se o mesmo como risco muito grave. Por último foi verificado que não se encontrava instalado 1 sinal vertical de instalação útil, pelo que foi classificado de risco grave. Resumindo na análise de 10 sinais verticais só 6 é que tinham risco aceitável.

6	Marcação	NA	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
					PxG	Avaliação
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas		3	4	6	Risco Muito Grave
	6.1.2 - Zona ralada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos					
	6.1.3 - Marcadores em estradas					
	6.1.4 - Guias em estrada					
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular		2	2	3	Risco Aceitável
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos					
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viagem à direita					
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação					
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arnuamentos		2	1	2	Risco Aceitável
	6.3.2 - Blandas cromáticas					
	6.3.3 - Setas de mini-rotunda					
	6.3.4 - Inscrições (desenhos) associadas a actos de selecção					

Figura 68 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 2

Nesta zona verificou-se que as 4 marcações de aplicação obrigatória, que não se encontravam todas em conformidade, pelo que classificou-se o risco como muito grave. Verificou-se ainda que as 4 marcações de aplicação recomendada e as 4 de aplicação útil, apesar de não estarem em conformidade, classificaram-se como risco aceitável.

Zona 3

Item	Sinal	NA	IL.º	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
						PxG	Avaliação
1	Perigo e Cedência de passagem						
1.1	B7 - Aproximação de rotunda			4	4	7	Risco Intolerável
1.2	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem		20	2	1	2	Risco Aceitável
1.3	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância	X					
2	Proibição						
2.1	C11a - Proibição de ultrapassar			4	4	7	Risco Intolerável
2.2	C1 - Sentido proibido		18	2	1	2	Risco Aceitável
2.3	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			3	4	6	Risco Muito Grave
2.4	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			2	4	5	Risco Grave
3	Obrigação						
3.1	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / D/a - Baliza de posição		17	4	2	5	Risco Grave
3.2	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baliza direccional (direita)			3	4	6	Risco Muito Grave
3.3	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baliza direccional (direita)	X					
3.4	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baliza direccional (direita)	X					
3.5	D1a - Sentido Obrigatório / 2xO6b - Baliza direccional (direita)	X					
4	Indicação e Selecção de vias						
4.1	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção		16	2	2	3	Risco Aceitável
4.2	J2b - Pré-aviso gráfico (Rotunda)	X					
4.3	L1 - Sinal de Confirmação	X					
4.4	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D4-B1)		15	1	1	1	Risco Aceitável
4.4	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D1-B1)		19	1	1	1	Risco Aceitável

Figura 69 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 3

Nesta zona verificou-se que faltavam 3 sinais verticais de instalação obrigatória, que não se encontravam instalados sendo que 1 deles encontrava-se não conforme, pelo que classificou-se os primeiros como risco intolerável e o segundo como risco grave. Verificou-se ainda que não se encontrava instalado 2 sinais verticais de instalação recomendada, classificando-se os mesmos como risco muito grave. Por último foi verificado que não se encontrava instalado 1 sinal vertical de instalação útil, pelo que foi classificado de risco grave. Resumindo na análise de 11 sinais verticais só 5 é que tinham risco aceitável.

6	Marcação	NA	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
					PxG	Avaliação
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas		4	4	7	Risco Intolerável
	6.1.2 - Zona ralada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos					
	6.1.3 - Marcadores em estradas					
	6.1.4 - Guias em estrada					
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular		2	2	3	Risco Aceitável
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos					
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viagem à direita					
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação					
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos		2	1	2	Risco Aceitável
	6.3.2 - Bandas cromáticas					
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda					
	6.3.4 - Incrições (dcatnoa) associadas a setas de selecção					

Figura 70 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 3

Nesta zona verificou-se que as 4 marcações de aplicação obrigatória, que não se encontravam todas em conformidade, pelo que classificou-se o risco como muito grave. Verificou-se ainda que as 4 marcações de aplicação recomendada e as 4 de aplicação útil, apesar de não estarem em conformidade, classificaram-se como risco aceitável.

Zona 4

Item	Sinal	NA	II.º	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
						PxG	Avaliação
1	Perigo e Cedência de passagem						
1.1	B7 - Aproximação de rotunda		12	2	1	2	Risco Aceitável
1.2	D4 - Rotunda / B1 - Cedência de Passagem		14	2	2	3	Risco Aceitável
1.3	B1 - Cedência de Passagem / Modelo 1 - Indicador de distância	X					
2	Proibição						
2.1	C1a - Proibição de ultrapassar			4	4	7	Risco Intolerável
2.2	C1 - Sentido proibido			4	4	7	Risco Intolerável
2.3	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			3	4	6	Risco Muito Grave
2.4	C13 - Proibição de exceder a velocidade máxima de ____ km/h			2	4	5	Risco Grave
3	Obrigação						
3.1	D3a - Obrigação de contornar a placa ou obstáculo / D7a - Baliza de posição		11	2	2	3	Risco Aceitável
3.2	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baliza direccional (direita)			3	4	6	Risco Muito Grave
3.3	D1a - Sentido Obrigatório / D2O6b - Baliza direccional (direita)	X					
3.4	D1a - Sentido Obrigatório / O6b - Baliza direccional (direita)	X					
3.5	D1a - Sentido Obrigatório / D2O6b - Baliza direccional (direita)	X					
4	Indicação e Selecção de vias						
4.1	J1, J2, J3a, J3d - Sinais de direcção		10	2	2	3	Risco Aceitável
4.2	I2b - Pré-aviso gráfico (Rotunda)	X					
4.3	L1 - Sinal de Confirmação	X					
4.4	H7 - Passagem de peões (sempre que não obstrua a visibilidade dos sinais D1 / B1)		13	1	2	2	Risco Aceitável

Figura 71 – Resumo da avaliação da sinalização vertical em rotundas – Zona 4

Nesta zona verificou-se que faltavam 2 sinais verticais de instalação obrigatória, que não se encontravam instaladas, pelo que classificou-se como risco intolerável estas situações. Verificou-se ainda que não se encontravam instalados 2 sinais verticais de instalação recomendada, classificando-se os mesmos como risco muito grave. Por último foi verificado que não se encontrava instalado 1 sinal vertical de instalação útil, pelo que foi classificado de risco grave. Resumindo na análise de 10 sinais verticais só 5 é que tinham risco aceitável.

6	Marcação	NA	G	P	CATEGORIA DE RISCOS	
					PxG	Avaliação
6.1	6.1.1 - Linha de cedência de passagem e símbolo triangular nas entradas		3	4	6	Risco Muito Grave
	6.1.2 - Zona ralada a montante e ao longo (no anel) das ilhas separadoras de sentidos					
	6.1.3 - Marcadores em estradas					
	6.1.4 - Guias em estrada					
6.2	6.2.1 - Símbolo triangular		2	2	3	Risco Aceitável
	6.2.2 - Linha de paragem nas passagens para peões nos ramos					
	6.2.3 - Setas de selecção em vias segregadas para viagem à direita					
	6.2.4 - Marcadores em estrada e em entradas de povoação					
6.3	6.3.1 - Linhas amarelas (LAC) no anel e nas entradas e saídas, em arruamentos					
	6.3.2 - Bandas cromáticas					
	6.3.2 - Setas de mini-rotunda					
	6.3.4 - Incrições (dcatnoa) associadas a setas de selecção					

Figura 72 – Resumo da avaliação da marcação rodoviária em rotundas – Zona 4

Nesta zona verificou-se que as 4 marcações de aplicação obrigatória, que não se encontravam todas em conformidade, pelo que classificou-se o risco como muito grave. Verificou-se ainda que as 4 marcações de aplicação recomendada e as 4 de aplicação útil, apesar de não estarem em conformidade, classificaram-se como risco aceitável.

Na rotunda em análise estudou-se 41 sinais verticais dos quais:

- 9 sinais verticais de instalação obrigatória foram considerados com risco intolerável;
- 1 sinal vertical de instalação obrigatória foi considerado com risco grave;
- 6 sinais verticais de instalação recomendada foram considerados com risco muito grave;
- 4 sinais verticais de instalação útil foram considerados com risco grave.

Assim, pode-se afirmar que só 51% dos sinais analisados foram considerados com risco aceitável.

Quando às marcações de aplicação obrigatória, 12 não se encontravam em conformidade, pelo que classificou-se o risco como muito grave. Sendo que as 12 marcações de aplicação recomendada e as 12 de aplicação útil, apesar de não estarem em conformidade, classificaram-se como risco aceitável. Ora, isto quer dizer que na realidade 33% das marcações não estavam em conformidade, classificando-se com risco muito grave.

7 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

7.1 Conclusões

Este estudo foi efectuado tendo como objectivo analisar a sinalização numa intersecção rodoviária de nível, sob uma perspectiva de prevenção. Para tal, foi definida a seguinte metodologia:

- Desenvolver uma folha de avaliação da sinalização associando uma análise riscos, através uma dupla matriz;
- Aplicar o modelo desenvolvido a um caso prático, avaliando um local a título de exemplo, para testar sua aplicabilidade prática;
- Fundamentar as conclusões obtidas nesta avaliação.

No desenvolvimento do primeiro ponto, foi analisada a sinalização vertical e a marcação rodoviária associada a todas as intersecções rodoviárias, nomeadamente quanto aos critérios e obrigatoriedade de colocação. Na análise de riscos utilizou-se o método das duplas matrizes, designado método da “probabilidade / consequência”, de fácil compreensão, sendo a sua aplicação possível em qualquer local.

A análise dos resultados tem dupla leitura, pois pode-se perceber se a sinalização está de acordo com a legislação e pode-se concluir do seu nível de risco. A primeira leitura é muito mais objectiva, pois resulta de critérios perfeitamente definidos na lei e nas normas. Quanto à segunda, esta resulta de uma avaliação onde os critérios foram definidos pelo autor da ferramenta de avaliação, podendo ser questionada quanto às suas escolhas, pois a percepção da realidade diverge de pessoa para pessoa, considerando-se que o factor humano é determinante nesta avaliação. A grande vantagem deste processo é que os critérios de avaliação de riscos são iguais para qualquer tipo de avaliação de sinalização neste tipo de intersecções, pois estão pré-definidos à partida, sendo a valoração destes automática. Desta forma pode-se comparar os estudos efectuados em diferentes intersecções, não pondo em causa o avaliador, pois qualquer que seja o avaliador o resultado é o mesmo.

Tendo em consideração os dados estatísticos da sinistralidade rodoviária em Portugal, neste tipo de intersecções, entende-se que uma avaliação de riscos é sempre uma mais valia para a análise desta problemática, apesar da subjectividade que lhe possa estar associada

Os resultados obtidos nestas avaliações deverão ser associados aos acidentes registados pelas autoridades, contribuindo para uma clarificação e consciencialização de todos. Desta forma a prevenção rodoviária deverá identificar, discutir, questionar e avaliar todas contribuições para a redução do número de acidentes.

Concluiu-se no Estudo de Caso efectuado que na maioria dos locais onde a sinalização é obrigatória poucos são os que têm o nível de risco aceitável, sendo em grande parte o nível de risco intolerável.

Considera-se que os objectivos propostos foram atingidos, isto é, a criação de uma ferramenta de avaliação de sinalização rodoviária em intersecções de nível, através de recolha de dados “in situ” e respectiva caracterização dos níveis de risco associados.

7.2 Perspectivas Futuras

A aposta na redução da sinistralidade rodoviária através da prevenção deve ser ganha, seria interessante aplicar esta ferramenta na avaliação futura de todas as intersecções de nível. Dada a subjectividade dos critérios seria interessante que surgissem outras folhas de avaliação associadas a outros métodos de avaliação. A avaliação de outra pessoa associada a um método distinto do utilizado, seria bastante positiva, pois ajudaria a debater os resultados, comparando análises distintas sobre a mesma temática.

A análise de riscos deveria ser efectuada em todos os casos, devendo ser realizada na fase do projecto e na fase da colocação da sinalização, pois ajuda a perceber os erros que se cometem.

É importante salientar que os custos nesta avaliação são mínimos, pois a mesma é feita numa folha de cálculo de programa Microsoft Office Excel, estando ao alcance de qualquer pessoa. Com um simples levantamento das condições de qualquer intersecção, pode-se e em tempo útil verificar o cumprimento dos critérios de aplicação de acordo com a legislação.

Seria desejável que as autoridades fizessem este tipo de avaliações e as divulgassem, assinalando todas as inconformidades detectadas. Um dos aspectos a salientar é que na análise dos acidentes são levantadas todas as variáveis da envolvente, no entanto quando se faz o levantamento da sinalização, não se verifica se os critérios de colocação foram respeitados.

A grande aposta na prevenção deve começar pelo que está implementado, pois se as Entidades que têm a seu cargo a obrigação de sinalizar estas intersecções fossem responsabilizadas pela incorrecta ou inexistente sinalização, teríamos uma prevenção mais activa.

A responsabilidade social de todas as Entidades obrigaria que os recursos a afectar nesta avaliação fossem uma prioridade, nomeadamente o investimento na formação especializada dos meios humanos, adquirindo competências adequadas para a função.

A correcta e eficaz sinalização traz benefícios a todos, devendo ser contabilizados os benefícios socioeconómicos e a influência positiva que estas medidas podem gerar, influenciando a adopção de comportamentos seguros por parte de todos os utentes.

8 BIBLIOGRAFIA

- Ali, M. Z. A. 2009. Stop-Controlled Intersection Sight Distance: Minor Road on Tangent of Horizontal Curve . *Journal of Transportation Engineering*. 9, 2009, Vol. 135.
- Al-Omari, B. H. 2004. Development of a Delay Model for Roundabouts in Jordan . *Journal of Transportation Engineering*. 1, 2004, Vol. 130.
- Bijleveld, F.D. 2005. The covariance between the number of accidents and the number of victims in multivariate . *Accident Analysis & Prevention*. 4, 2005, Vol. 37.
- Capaldo, Francesco Saverio. 2000. Accidents and Geometric Characteristics of Road Layout: Some Quantitative Evaluations. *ASCE Conf. Proc.* 40503, 2000, Vol. 277.
- Chen, Weiwei. 2008. Study on Objective Information Volume of Road Direction Signs Based on Semantic Relevance. *ASCE Conf. Proc.* 330, 2008, Vol. 40996.
- Chodur, Janusz. 2005. Capacity Models and Parameters for Unsignalized Urban Intersections in Poland. *Journal of Transportation Engineering*. 12, 2005, Vol. 131.
- Chowdhury, Mashrur. 2005. Prohibiting Left-Turn Movements at Mid-Block Unsignalized Driveways: Simulation Analysis. *Journal of Transportation Engineering*. 4, 2005, Vol. 131.
- De Brabander, Bram, Nuyts, Erik e Vereeck, Lode. 2005. Road safety effects of roundabouts in Flanders. *Journal of Safety Research*. 3, 2005, Vol. 36.
- Estatísticas de acidentes rodoviários. <http://www.ine.pt>. [Online] Instituto Nacional de Estatística. [Citação: 8 de 9 de 2010.]
- Fahlquist, Jessica Nihlén. 2006. Responsibility ascriptions and Vision Zero. *Accident Analysis & Prevention*. 6, 2006, Vol. 38.
- Gårder, Per. 1989. Pedestrian safety at traffic signals: A study carried out with the help of a traffic conflicts . *Accident Analysis & Prevention*. 5, 1989, Vol. 21.
- Gstalter, Herbert e Fastenmeier, Wolfgang. 2010. Reliability of drivers in urban intersections. *Accident Analysis & Prevention*. 1, 2010, Vol. 42.
- Hakkert, A. Shalom e Mahalel, David. 1978. Estimating the number of accidents at intersections from a knowledge of the traffic flows on the approaches Original Research Article. *Accident Analysis & Prevention*. 1, 1978, Vol. 10.
- Hauer, Ezra. 2005. The Road Ahead. *Journal of Transportation Engineering*. 5, 2005, Vol. 131.
- Holland, C.A. e Rabbitt, P.M.A. 1994. The problems of being an older driver: comparing the perceptions of an expert group and older drivers. *Applied Ergonomics*. 1, 1994, Vol. 25.
- Horowitz, Alan J. 2005. The Network Signal Design Problem for Long-Range Travel Forecasting. *Journal of Transportation Engineering*. 131, 2005, Vol. 3.
- Hydén, Christer e Várhelyi, András. 2000. The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study. *Accident Analysis & Prevention*. 1, 2000, Vol. 32.
- Kim, Do-Gyeong. 2006. Modeling Crash Types: New Insights into the Effects of Covariates on Crashes at Rural Intersections. *CE Database (ASCE)* . 4, 2006, Vol. 132.
- Kulmala, Risto. 1994. Measuring the safety effect of road measures at junctions. *Accident Analysis & Prevention*. 6, 1994, Vol. 26.
- Madanu, Sunil. 2010. Life-Cycle Cost Analysis of Highway Intersection Safety Hardware Improvements . *Journal of Transportation Engineering* . 2, 2010, Vol. 136.
- Montella, Alfonso. 2011. Identifying crash contributory factors at urban roundabouts and using association rules to explore their relationships to different crash types . *Accident Analysis & Prevention*. 4, 2011, Vol. 43.

-
- Mountain, Linda. 2008. The influence of trend on estimates of accidents at junctions . Accident Analysis & Prevention. 30, 2008, Vol. 5.
- Mueller, Kim. 2007. Impact of Left-Turn Phasing on Older and Younger Drivers at High-Speed Signalized Intersections . Journal of Transportation Engineering. 10, 2007, Vol. 133.
- Pai, Chih-Wei e Saleh, Wafaa. 2008. Modelling motorcyclist injury severity by various crash types at T-junctions in the UK. Safety Science. 8, 2008, Vol. 46.
- Park, Y. C. 2011. Evaluation of Fatigue Resistance of Multi-Sided Sign and Traffic Signal Structures . ASCE Conf. Proc. 41171, 2011, Vol. 401.
- Persaud, Bhagwant. 1986. Relating the effect of safety measures to expected number of accidents Original Research Article . Accident Analysis & Prevention. 1, 1986, Vol. 18.
- Pietrucha, Martin T. 2006. Effects of Traffic Characteristics and Mounting Location on the Visibility of On-Premise Commercial Signs. Journal of Transportation Engineering. 11, 2006, Vol. 132.
- Quddus, Mohammed A. 2010. Road Traffic Congestion and Crash Severity: Econometric Analysis Using Ordered Response Models. Journal of Transportation Engineering. 5, 2010, Vol. 136.
- Silva, Ana, Seco, Álvaro e Macedo, Joaquim. 2008. Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes. s.l. : CCDRN - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2008.
- Sisiopiku, Virginia P. 2001. Evaluation of Roundabout Performance Using SIDRA . Journal of Transportation Engineering . 2, 2001, Vol. 127.
- Stamatiadis, Nikiforos. 2005. Context-Sensitive Design: Issues with Design Elements . Journal of Transportation Engineering . 5, 2005, Vol. 131.
- Taberner, Vener. 2008. Upstream Signalized Crossover Intersection: An Unconventional Intersection Scheme. Journal of Transportation Engineering. 9, 2008, Vol. 134.
- Tanyel, Serhan. 2007. Applicability of Various Capacity Models for Single-Lane Roundabouts in Izmir, Turkey. Journal of Transportation Engineering. 12, 2007, Vol. 133.
- Theeuwes, Jan e Riemersma, Johan. 1995. Daytime running lights as a vehicle collision countermeasure: The Swedish evidence reconsidered. Accident Analysis & Prevention. 5, 1995, Vol. 27.
- Turner, Shane e Nicholson, Alan. 1998. Intersection accident estimation: the role of intersection location and non-collision flows. Accident Analysis & Prevention. 4, 1998, Vol. 30.
- Wang, Yin Hai. 2003. Estimating Rear-End Accident Probabilities at Signalized Intersections: Occurrence-Mechanism Approach . Journal of Transportation Engineering . 4, 2003, Vol. 129.
- Wright, C. C. 1986. A topological system for classifying and coding interactions between road users at junctions. Transportation Research Part A: General. 6, 1986, Vol. 20.
- Disposições Normativas: Princípios da sinalização do trânsito e regimes de circulação. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias IP.
- Norma de Intersecções: Norma JAE P5/90. Junta Autónoma de Estradas, 1993.
- Norma de Marcas Rodoviárias: Norma JAE P5.1.2/95. Junta Autónoma de Estradas, Almada, 1995.
- Norma de Sinalização Vertical de Orientação: Norma JAE P13.1.1/92. Junta Autónoma de Estradas.
- Regulamento de Sinalização do Trânsito – D. R. n.º 22-A/98, de 1 de Outubro, alterado pelos D. R. n.º 41/2002, de 20 de Agosto e n.º 13/2003, de 26 de Junho.
- Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2011), “Dados de Sinistralidade”. Acedido em 15 de Maio de 2011, em: <http://www.ansr.pt>.
- Diário da República Electrónico (2009), “Estudos de Tráfego”. Acedido em 10 de Março de 2009, em: <http://www.dre.pt>.

Estradas de Portugal, SA (2009), “Estudos de Tráfego”. Acedido em 20 de Janeiro de 2009, em: <http://www.estradasdeportugal.pt>.

Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias (2010), “Disposições Normativas”. Acedido em 25 de Novembro de 2010, em: [http:// www.inir.pt](http://www.inir.pt).

.

ANEXOS

Anexo I – Folha de Avaliação da Sinalização em Microsoft Office Excel