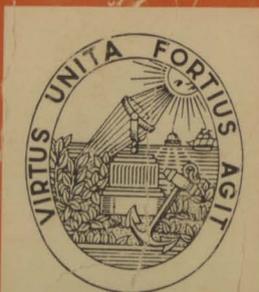


METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE AMBIENTAL,  
NA ÁREA SECTORIAL DO RUÍDO,  
DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DE NOVAS VIAS DE TRÁFEGO

Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha  
Licenciada em Engenharia Civil  
pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Dissertação submetida para satisfação parcial dos  
requisitos do grau de mestre  
em  
Engenharia Civil  
Área de especialização de Construção de Edifícios

Dissertação realizada sob a supervisão de  
Professor Doutor A. P. Oliveira Carvalho  
do Departamento de Engenharia Civil  
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE AMBIENTAL,  
NA ÁREA SECTORIAL DO RUÍDO,  
DEVIDO À IMPLANTAÇÃO DE NOVAS VIAS DE TRÁFEGO

CECÍLIA ALEXANDRA ABREU COELHO DA ROCHA

Licenciada em Engenharia Civil

pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

0431  
6281043 / ROCC/AF-T

UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Engenharia
BIBLIOTECA
N.º 6380
CDU
DATA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos  
requisitos do grau de mestre

em

Engenharia Civil

(Área de especialização de Construção de Edifícios)

Dissertação realizada sob a supervisão de

Professor Doutor A. P. Oliveira de Carvalho

do Departamento de Engenharia Civil

da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Porto, Setembro de 1996

## ÍNDICE

---

**ÍNDICE**

Índice	2
Índice de Quadros e Figuras	7

---

**RESUMO**

Resumo	10
--------	----

---

**AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos	12
----------------	----

---

**1 INTRODUÇÃO**

1.1 - Generalidades	14
1.2 - Formulação da Tese	14
1.3 - Âmbito do Trabalho Desenvolvido	15
1.4 - Objectivos do Trabalho Desenvolvido	15
1.5 - Justificação da Tese (Económica, Social e Científica)	16
1.6 - Bases do Trabalho Desenvolvido	18
1.7 - Breve Descrição do Trabalho	18

---

**2 DEFINIÇÕES**

2.1 - Introdução	20
2.2 - Definições e Siglas	20

---

**3 O ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL**

3.1 - Generalidades	26
3.2 - Caracterização da Situação de Referência	29
3.3 - Avaliação dos Impactes Ambientais	

	3
3.3.1 - Fase de Construção	29
3.3.2 - Fase de Exploração	30
3.4 - Caracterização de Medidas de Minimização de Impacte Ambiental	30
3.5 - Monitorização do Ambiente	31
3.6 - Experiência em Portugal, a nível de Estudos de Impacte Ambiental elaborados para Projectos Rodoviários, na zona Norte	31

---

#### 4 LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO

4.1 - Introdução	36
4.2 - Legislação Nacional	36
4.3 - Legislação Internacional	
4.3.1 - Generalidades	38
4.3.2 - ALEMANHA	39
4.3.3 - BÉLGICA	40
4.3.4 - DINAMARCA	41
4.3.5 - ESPANHA	42
4.3.6 - FRANÇA	44
4.3.7 - GRÉCIA	45
4.3.8 - HOLANDA	46
4.3.9 - ITÁLIA	48
4.3.10 - REINO UNIDO	49
4.3.11- SUÉCIA	50
4.3.12 - CHINA	51
4.3.13 - ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	52
4.3.14 - OUTROS PAÍSES	56
4.4 - Normalização Nacional	57
4.5 - Normalização Internacional	58

---

#### 5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, UTILIZADOS EM PORTUGAL

5.1 - Generalidades	60
5.2 - Método M1	
5.2.1 - Introdução	66
5.2.2 - Caracterização da Situação de Referência	
5.2.2.1 - Situação Inicial	66
5.2.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto	67

5.2.3	Determinação dos Impactes Ambientais	
5.2.3.1	- Generalidades	68
5.2.3.2	- Fase de Construção	68
5.2.3.3	- Fase de Exploração	69
5.2.4	- Determinação das Medidas de Minimização	
5.2.4.1	- Estudo Prévio	70
5.2.4.2	- Projecto de Execução	70
5.2.5	- Estudo Específico de Barreiras Acústicas	72
5.3	- Método M2	
5.3.1	- Introdução	72
5.3.2	- Caracterização da Situação de Referência	
5.3.2.1	- Situação Inicial	73
5.3.2.2	- Situação no Ano Horizonte de Projecto	74
5.3.3	- Determinação dos Impactes Ambientais	
5.3.3.1	- Introdução	74
5.3.3.2	- Fase de Construção	75
5.3.3.3	- Fase de Exploração	75
5.3.4	- Determinação das Medidas de Minimização	
5.3.4.1	- Fase de Estudo Prévio	77
5.3.4.2	- Fase de Projecto de Execução	77
5.3.5	- Estudo Específico de Barreiras Acústicas	78
5.4	- Método M3	
5.4.1	- Introdução	80
5.4.2	- Caracterização da Situação de Referência	
5.4.2.1	- Situação Inicial	80
5.4.2.2	- Situação no Ano Horizonte de Projecto	81
5.4.3	- Determinação dos Impactes Ambientais	
5.4.3.1	- Introdução	82
5.4.3.2	- Fase de Construção	83
5.4.3.3	- Fase de Exploração	83
5.4.4	- Determinação das Medidas de Minimização	84
5.4.5	- Estudo Específico de Barreiras Acústicas	85
5.5	- Método M4	
5.5.1	- Introdução	87
5.5.2	- Caracterização da Situação de Referência	
5.5.2.1	- Situação Inicial	87
5.5.2.2	- Situação no Ano Horizonte de Projecto	88
5.5.3	- Determinação dos Impactes Ambientais	88
5.5.4	- Determinação das Medidas de Minimização	89

	5
5.5.5 - Estudo Específico das Barreiras Acústicas	89
5.6 - Método M5	
5.6.1 - Introdução	90
5.6.2 - Caracterização da Situação de Referência	
5.6.2.1 - Situação Inicial	90
5.6.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto	91
5.6.3 - Determinação dos Impactes Ambientais	
5.6.3.1 - Introdução	91
5.6.3.2 - Fase de Construção	92
5.6.3.3 - Fase de Exploração	92
5.6.4 - Determinação das Medidas de Minimização	
5.6.4.1 - Fase de Construção	93
5.6.4.2 - Fase de Exploração	94
5.6.5 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas	94
5.7 - Resumo dos Métodos de Avaliação de Impacte Sonoro, utilizados em Portugal	96

---

## 6 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, UTILIZADOS EM PORTUGAL

6.1 - Introdução	98
6.2 - Caracterização da Situação de Referência	
6.2.1 - Situação Inicial	98
6.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto	106
6.3 - Determinação dos Impactes Ambientais	
6.3.1 - Introdução	107
6.3.2 - Fase de Construção	107
6.3.3 - Fase de Exploração	108
6.4 - Determinação das Medidas de Minimização	
6.4.1 - Introdução	112
6.4.2 - fase de Estudo Prévio	113
6.4.3 - Fase de Projecto de Execução	
6.4.3.1 - Fase de Construção	114
6.4.3.2 - Fase de Exploração	114
6.5 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas	117
6.6 - Estudo do Impacte em Animais	120

---

## 7 FUNDAMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM MÉTODO IDEAL DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, EM PORTUGAL

7.1 - Objectivos	122
7.2 - Parâmetros	122
7.3 - Caracterização da Situação de Referência	
7.3.1 - Situação Inicial	123
7.3.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto	125
7.4 - Determinação dos Impactes Ambientais	
7.4.1 - Fase de Construção	126
7.4.2 - Fase de Exploração	127
7.5 - Determinação das Medidas de Minimização	
7.5.1 - Introdução	130
7.5.2 - Fase de Construção	131
7.5.3 - Fase de Exploração	132
7.6 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas	133
7.7 - Estudo do Impacte Sonoro nos Animais	135
7.8 - Monitorização dos Impactes Sonoros	137
7.9 - Esquematização de Plano de Execução de um Estudo de Impacte Sonoro	138

---

## 8 CONCLUSÕES E LINHAS GERAIS DE DESENVOLVIMENTO FUTURO

8 - Conclusões e linhas gerais de desenvolvimento futuro	141
--	-----

---

## REFERÊNCIAS

Referências	145
-------------	-----

## ÍNDICE DE QUADROS E FIGURAS

---

### 3 O ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

Quadro nº 3.1 - Estudos de Impacte Ambiental (JAE) .....	32
--	----

---

### 4 LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO

Quadro nº 4.1 - Classificação dos locais (Regulamento Geral sobre o Ruído) .....	37
Quadro nº 4.2 - Classificação dos locais (Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído) .....	38
Quadro nº 4.3 - Critério de Incomodidade (Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído) .....	38
Quadro nº 4.4 - Valores Limite máximo do Ruído de Tráfego Rodoviário na Alemanha, função do tipo de local .....	40
Quadro nº 4.5 - Valores Limite do Ruído Ambiente numa região Belga (Flandres), função do tipo de local .....	40
Quadro nº 4.6 - Valores Limite Máximo para o Ruído de Tráfego Rodoviário na Dinamarca, função do tipo de local .....	41
Quadro nº 4.7 - Valores Limite Máximo do Ruído de Tráfego Rodoviário propostos em 1988 num Projecto de Decreto-Lei em Espanha, função do tipo de local .....	42
Quadro nº 4.8 - Valores Limite, no Exterior, do Ruído de Tráfego Rodoviário propostos em 1993 num Projecto de Decreto-Lei em Espanha, função do tipo de local .....	43
Quadro nº 4.9 - Valores Limite Máximo do Nível sonoro no Interior dos edifícios em Espanha, função do tipo de local (Projecto de Decreto-Lei) .....	44
Quadro nº 4.10 - Valores Limite Máximos para o Ruído de Tráfego Rodoviário em França, função do tipo de local .....	45
Quadro nº 4.11 - Valores Limite máximos no Interior das Habitações (com Janelas e Portas abertas) para o Ruído de Tráfego Rodoviário na Grécia, função do tipo de local .....	46
Quadro nº 4.12 - Valores Limite do Ruído de Tráfego Rodoviário na Holanda, função do tipo de local .....	47
Quadro nº 4.13 - Valores Limite para o Ruído Ambiente Exterior em Itália, função do tipo de local .....	48

Quadro nº 4. 14 - Valores Limite, no caso de Novos Edifícios próximos de Fontes Existentes, recomendados no Reino Unido .....	49
Quadro nº 4. 15 - Condições de Licenciamento referentes às Classes de exposição ao Ruído dos edifícios no Reino Unido .....	50
Quadro nº 4. 16 - Valores Limite do Nível Sonoro, em Campo Livre, na Suécia em função do tipo de local .....	51
Quadro nº 4. 17 - Valores máximos admitidos pela Legislação da República Popular da China para o Ruído Ambiental, função do tipo de local.....	52
Quadro nº 4. 18 - Valores Máximos admitidos pela Legislação da República Popular da China para Zonas de Estaleiro, função do tipo de trabalho.....	52
Quadro nº 4. 19 - Classificação dos Locais face ao Ruído de Tráfego Rodoviário adoptada nos Estados Unidos da América, função do tipo de Actividade.....	55
Quadro nº 4. 20 - Resumos de Regulamentação sobre o Ruído Rodoviário em vários países.....	57

---

## 5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, UTILIZADOS EM PORTUGAL

Quadro nº 5. 1 - Análise de Impactes Ambientais .....	62
Quadro nº 5. 2 - Critério de Classificação dos Locais face ao Ruído (método M1) .....	67
Figura nº 5. 1 - Exemplo de Distribuição de Veículos pelas Faixas e Vias de Rodagem, numa situação de 2*2 vias.....	70
Quadro nº 5. 3 - Critério de Classificação dos Impactes Sonoros (método M1).....	71
Quadro nº 5. 4 - Espectro Médio de Tráfego Rodoviário para o método M2.....	79
Quadro nº 5. 5 - Classes de Severidade do Impacte Sonoro para o método M3.....	82
Quadro nº 5. 6 - Avaliação da Incomodidade Sonora, segundo o método M5 .....	94
Quadro nº 5. 7 - Espectro Médio de Referência para o Método M5 .....	95
Quadro nº 5. 8 - Quadro Resumo dos Métodos de Avaliação de Impacte Sonoro.....	97

---

## 6 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, UTILIZADOS EM PORTUGAL

Quadro nº 6. 1- Comparação entre os valores do Projectista (M2) e os medidos no IP 1 - Acessos na Margem Sul à Ponte do Freixo, durante o período diurno, na Situação de Referência Inicial .....	101
---	-----

Quadro nº 6. 2 - Comparação entre os valores do Projectista (M3) e os medidos no IC 14 - Barcelos / Braga, durante o período diurno, na Situação de Referência Inicial .....	102
Quadro nº 6. 3 - Comparação entre os valores do Projectista (M5) e os medidos no IC 28 - Viana do Castelo / Estorãos, durante o período diurno, na Situação de Referência Inicial .....	102
Quadro nº 6. 4 - Comparação entre os valores previstos pelo projectista (M2) e os medidos no IP 1 - Acessos Sul à Ponte do Freixo (V.N.Gaia), em Situação de Exploração .....	112

---

## 7 FUNDAMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM MÉTODO IDEAL DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, EM PORTUGAL

Quadro nº 7. 1 - Classificação dos locais segundo o RGR.....	125
Quadro nº 7. 2 - "Espectro Típico" normalizado para o Tráfego Rodoviário.....	134
Quadro nº 7. 3 - Relação entre o $L_{eq}$ e o "Espectro Típico" do Ruído Rodoviário.....	134

## RESUMO

Neste trabalho estudam-se os diferentes métodos de avaliação de Impacte Ambiental Sonoro utilizados em Portugal para Projectos Rodoviários e propõe-se uma uniformização de procedimentos a adoptar em Estudos de Impacte Ambiental (EIA) futuros. Nestes EIA analisados individualizou-se a parte correspondente ao Ruído como base para o presente trabalho.

A investigação realizada assenta nos EIA elaborados por diferentes projectistas para a JAE desde 1991, onde foram identificados cinco métodos de trabalho. A pesquisa desenvolvida procurou avaliar os Estudos de Impacte Sonoro (EIS) que têm sido realizados, a legislação e normalização portuguesa e internacional, os procedimentos utilizados noutros países e trabalhos de investigação e de natureza prática realizados por várias entidades.

O principal objectivo desta tese é definir um instrumento de trabalho, tanto para projectistas como para todas as entidades envolvidas em processos de Avaliação de Impacte Ambiental, na área do Ruído de Tráfego Rodoviário, que permita uma sistematização dos procedimentos, tanto na fase de elaboração dos EIA como durante a sua análise pelas autoridades competentes na matéria. O conteúdo é sumariado nos capítulos seguintes:

- O 1º e 2º apresentam globalmente todo o trabalho desenvolvido com destaque para o conjunto de termos utilizados;

- Nos 3º e 4º faz-se uma descrição do conteúdo de um EIA, para a situação específica do Ruído Rodoviário e salientam-se os aspectos principais a considerar no caso do Ruído de Tráfego Rodoviário referidos em legislação e normalização nacional e estrangeira;

- No 5º e 6º faz-se uma descrição detalhada dos cinco métodos encontrados nos EIA analisados, seguida de uma análise criteriosa a todos esses métodos, na qual são feitas comparações e tecidos alguns comentários sobre os procedimentos adoptados;

- O 7º apresenta as bases para um método único e normalizado de avaliação de Impacte Sonoro a utilizar por todos os projectistas, coordenadores de projecto e entidades fiscalizadoras na elaboração, apreciação e aprovação dos EIA realizados.

- No 8º são enunciadas as conclusões da investigação realizada e enumeradas as principais linhas gerais de desenvolvimento futuro.

As principais conclusões são:

- Da análise crítica e comparativa feita às dezenas de EIA estudados foram identificados cinco métodos diferentes de execução dos EIS e detectadas as suas principais diferenças e lacunas;

- Foi realizada uma pequena monitorização de casos concretos que possibilitou a comparação entre os valores utilizados pelos projectistas e os efectivamente existentes ao longo da envolvente da via;

- Foi feita uma abordagem à problemática da influência da alteração do nível sonoro ambiente nos animais. Esta área, que até ao momento não tem figurado nos EIA revela-se cada vez mais necessária especialmente após algumas queixas alegando perdas económicas e alteração de comportamento animal significativas.

- Finalmente em corolário, foram enunciados os requisitos mínimos e linhas de conduta a observar na elaboração de um EIS e assim definida uma metodologia-tipo para uniformização de procedimentos.

## ABSTRACT

This work reports on different Impact Noise Assessment (INA) studies done in Portugal regarding Highways Projects and develops an uniformization of procedures to adopt in the future Environmental Impact Assessment (EIA) studies concerning Noise.

This research is based in the EIA studies done by different design teams and ordered by the Portuguese National Road Administration - Ministry of Equipment, Planning and Territorial Administration (JAE-MEPAT) since 1991, where five methodologies were defined. This investigation intends to evaluate the INA studies that have been done, the international and Portuguese Legislation and Standardization, the procedures and research project used in other countries.

The main goal of this thesis is to define a document for design teams and authorities dealing with Impact Noise Assessment studies that allows a procedures' standardization in all the stages of the work. The content of this study is summarized as follows:

- Chapters 1 and 2 present all the developed work, especially the body of terms and definitions used throughout it;
- Chapters 3 and 4 describe the content of an EIA study concerning traffic noise and refer the main subjects to consider that have been stated in relevant legislation;
- Chapters 5 and 6 describe in detail the five methods identified in the EIA studies analyzed followed by critical and comparative analysis;
- Chapter 7 presents the bases to define a unique methodology to evaluate the Noise Impact to be used by all design teams, project managers and all the different authorities involved;
- Chapter 8 presents the research conclusions and refers paths for further research.

The main conclusions are:

- From the critical and comparative analysis done to the EIA studies, five different working methods were defined and their failures detected;
- A surveying of selected cases were done to evaluate the differences between the values presented by the design teams and the ones measured in the field;
- The importance of the Noise Impact in animals was also studied. This is one area that was never account for in the EIA studies in Portugal.
- Finally, the minimum requirements to be observed in the INA studies were settled and a new methodology defined to normalize all the related procedures.

## AGRADECIMENTOS

Quero expressar os meus agradecimentos especiais aos técnicos que colaboraram comigo durante a preparação deste trabalho e tiveram a amabilidade de responder aos meus contactos, fornecendo-me informações indispensáveis à prossecução dos Estudos.

Prof. Pedro Martins da Silva

Prof. Bento Coelho

Eng<sup>o</sup> Carlos Fafaiol

Eng<sup>a</sup> Mafalda Pinto

Agradeço a generosidade de colegas e entidades que me auxiliaram fornecendo cópias de publicações estrangeiras e nacionais, localizando fontes de consulta e facultando o acesso a diversos documentos relevantes para a elaboração deste trabalho.

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

IC - Instituto da Construção

Junta Autónoma das Estradas

BRISA - Auto-Estradas de Portugal, SA

Eng<sup>a</sup> Odete Domingues

Eng<sup>o</sup> Meirinhos

Eng<sup>a</sup> Marta Andrade

Tenho uma dívida especial para com todos as pessoas que me encorajaram e acompanharam durante a elaboração da tese, nomeadamente

Prof. Vitor Abrantes

Eng<sup>o</sup> Ribeiro de Sousa

Eng<sup>o</sup> Rocha e Silva

Eng<sup>o</sup> António Morgado

Eng<sup>o</sup> José Sousa

Tenho ainda a agradecer aos meus pais e irmão que foram inextinguíveis na cooperação, apoio e paciência com que acompanharam o desenrolar deste trabalho.

Finalizo com um agradecimento muito especial ao meu orientador Prof. A.P.Oliveira de Carvalho pela disponibilidade demonstrada durante a elaboração desta tese e pelo entusiasmo que me foi transmitindo ao longo de todas as etapas do trabalho.

Aos meus Pais  
Ao meu Irmão, André



## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - Generalidades

Neste trabalho estudam-se os diferentes métodos de avaliação de Impacte Ambiental Sonoro utilizados em Portugal para Projectos Rodoviários e propõe-se uma uniformização de procedimentos a adoptar em Estudos de Impacte Ambiental (EIA) futuros.

A investigação realizada para esta tese baseou-se nos EIA elaborados para a Junta Autónoma das Estradas por diferentes projectistas desde 1991 e no contacto pessoal com os próprios, tendo como finalidade principal o esclarecimento de algumas formas de actuação assumidas na prossecução dos trabalhos.

Em anos anteriores à existência de legislação sobre Impacte Ambiental e sobre a área específica do Ruído, os projectos rodoviários contemplavam um capítulo de Integração Paisagística, cujo objectivo principal era, como o próprio nome indica, a integração das estradas projectadas no meio ambiente envolvente em que se inseriam, notando-se desde essa altura alguma preocupação ambiental.

Desde o momento em que foi concluído o primeiro EIA até ao presente, tem existido uma evolução na forma de apresentação e no conteúdo dos EIA, na área do ruído, o que não facilitou a <sup>avaliação do ruído</sup> definição de um método uniformizado de elaboração de Estudos de Impacte Sonoro, que constitui o objectivo final desta tese.

### 1.2 - Formulação da Tese

O trabalho de investigação desenvolvido procurou avaliar os Estudos de Impacte Sonoro que têm sido realizados até ao momento, como forma de responder à seguinte formulação e no âmbito da qual se desenvolveu esta tese:

“É POSSÍVEL DEFINIR UMA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO IMPACTE AMBIENTAL DE PROJECTOS RODOVIÁRIOS, NA ÁREA SECTORIAL DO RÚIDO, QUE TENHA EM CONTA A EXEQUIBILIDADE PRÁTICA,

SEJA ECONOMICAMENTE VIÁVEL, RESPEITE A LEGISLAÇÃO NACIONAL EM VIGOR E ENTRE EM CONSIDERAÇÃO COM CRITÉRIOS INTERNACIONAIS COMUMMENTE ACEITES.”

Para melhor interpretação da tese enunciada serão esclarecidos alguns conceitos utilizados. Assim,

*EXEQUIBILIDADE PRÁTICA*, refere-se à definição de uma metodologia que possa ser facilmente aplicadas por todos os intervenientes no processo de Avaliação de Impacte Ambiental.

*ECONOMICAMENTE VIÁVEL*, corresponde a uma metodologia que pela sua organização permita elaborar o Estudo de Impacte Sonoro de uma forma eficiente que resulte numa economia de custos para todas as entidades intervenientes, sem descurar a qualidade técnica necessária em estudos desta natureza.

### 1.3 - Âmbito do Trabalho Desenvolvido

A pesquisa efectuada para elaboração desta tese centrou-se, conforme já referido, nos EIA elaborados para a JAE desde 1991, em legislação e normalização internacional, em procedimentos utilizados noutros países (França, EUA, etc.) e em trabalhos de investigação e de natureza prática realizados por várias entidades, que serão mencionados ao longo do texto.

Nesses EIA analisados individualizou-se a parte correspondente ao Ruído como base para o presente trabalho.

### 1.4 - Objectivos do Trabalho Desenvolvido

A tese a desenvolver nos capítulos seguintes pretende uniformizar os procedimentos actualmente existentes, no que respeita à elaboração de Estudos de Impacte Sonoro, inseridos no âmbito dos Estudos de Impacte Ambiental, de forma a demonstrar a tese enunciada no parágrafo 1.2.

Para responder aos requisitos enunciados na tese que se pretende demonstrar, o trabalho de investigação desenvolvido subdividiu-se em algumas tarefas que se consideram imprescindíveis para criar as condições necessárias à demonstração da tese e que se passam a individualizar:

- Definir o âmbito dos Estudos de Impacte Ambiental, no que se refere à área do Ruído;
- Analisar a legislação e normalização nacional e estrangeira no que se refere ao Ruído de Tráfego Rodoviário;
- Analisar os diferentes métodos de elaboração de Estudos de Impacte Sonoro actualmente usados pelos projectistas;
- Enunciar os procedimentos mínimos a satisfazer para elaborar um Estudo de Impacte Sonoro, de forma a respeitar os critérios subjacentes à legislação em vigor e a obter uma relação custo/qualidade aceitável para os EIA a elaborar.

Em conjugação com estes trabalhos de síntese, foi necessária uma pesquisa exaustiva relacionada com os diferentes aspectos a desenvolver que permitiu a elaboração deste trabalho de investigação.

#### 1.5 - Justificação da Tese (Económica, Social e Científica)

O principal objectivo desta tese é definir um instrumento de trabalho, tanto para projectistas como para todas as entidades envolvidas em processos de Avaliação de Impacte Ambiental, na área do Ruído de Tráfego Rodoviário, que permita uma sistematização dos procedimentos, tanto na fase de elaboração dos EIA como durante a sua análise pelas autoridades competentes na matéria.

As razões sociais que estiveram na base da escolha do tema abordado são as que derivam da degradação da qualidade do ambiente sonoro em que as pessoas se movimentam, neste caso provocado especificamente pelas vias de tráfego rodoviário, sintetizadas por Gotlob (6) e das quais se faz uma pequena síntese:

*“Em muitos países industrializados, o ruído tem atingido o carácter de problema ambiental muito grave. De acordo com um inquérito de 1993, bastante representativo da população alemã, muitos habitantes (cerca de 70%) consideram-se incomodados pelo ruído de tráfego rodoviário.”*



No entanto, o problema do ruído não é exclusivo dos países ricos. Os países em vias de desenvolvimento, devido ao progresso tecnológico, à urbanização dos terrenos e ao aumento do volume de tráfego também têm vindo a adoptar medidas para protecção dos seus habitantes.

De acordo com um estudo elaborado para a OCDE (12), verificou-se que:

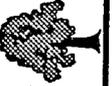
*“...as zonas com níveis de ruído elevado têm procurado não aumentar ou, se tal for possível, reduzir os problemas devidos a este tipo de ambiente sonoro adverso. Por outro lado, os locais que tinham uma envolvente sonora moderada têm permitido a deterioração da qualidade do ambiente, essencialmente, provocada pelo aumento do volume de tráfego e pela falta de legislação, ou de aplicação da legislação, no que se refere ao ruído rodoviário.”*

No que diz respeito à saúde pública, a Organização Mundial de Saúde, publicou em 1993 recomendações (13) sobre os limites máximos de nível sonoro ambiente a permitir, de forma a proteger a população sujeita à influência do ruído e possibilitar a comunicação e o repouso, das quais se faz um resumo sumário:

*“Os valores máximos recomendados para o nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{eq}$ , em áreas com ocupação exterior é de 55 dB(A) ou de 50 dB(A), no caso de se pretender uma incomodidade moderada para a maior parte da população. No período nocturno, o valor máximo recomendado no exterior é de 40 dB(A), para atingir os 30 dB(A) ideais com as janelas abertas nas zonas de repouso no interior das habitações.”*

*Face a esta situação ambiental, alguns países já adaptaram a sua legislação às novas exigências de conforto acústico, estando outros em alteração ou a necessitar urgentemente dessa modificação, sob pena de se agravarem os problemas de saúde pública existentes ou futuros, devidos ao ruído rodoviário.”*

Quanto à justificação científica da tese, pode-se afirmar que o seu objectivo fundamental é criar uma metodologia de aplicação geral que possibilite a uniformização de procedimentos técnicos no processo de Avaliação do Impacte Ambiental Sonoro.



Esta tese encontra a sua justificação económica pelas vantagens que poderá trazer a todos os que optarem pela sua utilização durante a execução, análise e aprovação de Estudos de Impacte Sonoro (EIS) futuros.

A principal vantagem que advirá da sua utilização prende-se com a possibilidade de instituir rotinas de procedimentos correspondentes às diferentes etapas de um EIS, permitindo uma atitude mais produtiva por parte de todos os intervenientes no processo de Avaliação de Impacte Sonoro.

Outra vantagem que poderá resultar a médio e longo prazo, resultante de uma ligação entre os procedimentos agora instituídos e o aperfeiçoamento dos métodos de previsão dos níveis sonoros, será uma maior eficiência das soluções propostas para medidas de minimização do ruído, cujo dimensionamento poderá obter uma relação custo-benefício mais satisfatória.

#### 1.6 - Bases do Trabalho Desenvolvido

A tese realizada assenta nos EIA elaborados por diferentes projectistas para a JAE, onde foram identificados cinco métodos que serão analisados ao longo deste trabalho.

É também analisada a legislação e normalização actual de vários países (incluindo Portugal), no que se refere ao Ruído de Tráfego Rodoviário.

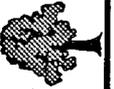
#### 1.7 - Breve Descrição do Trabalho

Esta tese desenvolve-se ao longo de 8 capítulos, cujo conteúdo é sumariado nos pontos seguintes:

- O 1º capítulo resume e apresenta globalmente, de uma forma sintética todo o trabalho desenvolvido para elaboração desta tese.

- O 2º capítulo consta de um "Dicionário" elaborado para a presente tese, onde se tentam definir os principais termos, expressões e siglas utilizadas ao longo do texto.

- No 3º capítulo faz-se uma breve descrição do conteúdo de um Estudo de Impacte Ambiental, particularizando a situação específica do Ruído Rodoviário.



- O capítulo 4º dedica-se à legislação e normalização nacional e estrangeira, procurando salientar os aspectos principais a considerar no caso do Ruído de Tráfego Rodoviário, como sejam as limitações impostas ao nível sonoro resultante da implantação da estrada, o tipo de parâmetro a considerar para avaliação do nível sonoro, as condicionantes à implantação de edifícios e as singularidades específicas da legislação de alguns países no que se refere aos períodos e critérios de medição para avaliar o incómodo provocado pela estrada.

- No capítulo 5º faz-se uma descrição detalhada dos cinco métodos encontrados nos EIA analisados em Portugal, relativamente aos procedimentos utilizados na caracterização da situação de referência, nos programas de previsão de níveis sonoros futuros, nos critérios subjacentes à definição de Impacte Sonoro e a conseqüente necessidade de implementação de medidas de minimização, finalizando com uma pequena descrição dos métodos usados para dimensionamento de Barreiras Acústicas.

- No capítulo 6º é elaborada uma análise criteriosa a todos os métodos, sendo feitas comparações e tecidos alguns comentários aos métodos com que as equipas de projectistas elaboram os seus Estudos de Impacte Sonoro.

- O capítulo 7º apresenta as bases para um método único e normalizado de avaliação de Impacte Sonoro a utilizar por todos os projectistas, coordenadores de projecto e entidades decisoriais na elaboração, apreciação e aprovação dos EIA realizados.

- Finalmente no Capítulo 8º são enunciadas as conclusões resultantes da investigação realizada e enumeradas as principais linhas gerais de desenvolvimento futuro no seguimento do trabalho apresentado.





## 2 - DEFINIÇÕES

### 2.1 - Introdução

Este capítulo pretende reunir as principais expressões e termos utilizados ao longo deste trabalho, dando uma breve explicação sobre o seu significado, no contexto em que são utilizadas.

Salienta-se que as Definições e Siglas aqui referidas não representam uma descrição exaustiva de todas as que vão aparecendo ao longo deste texto, mas aquelas que pela sua importância e repetitibilidade não poderiam deixar de ser mencionadas e explicitadas.

### 2.2 - Definições e Siglas

*AHP* - Ano Horizonte de Projecto

*Ano Horizonte do Projecto* - Ano previsto de entrada em serviço da estrada para o qual são feitas as previsões que justificam o investimento e a capacidade da estrada.

*BARR*® - Programa de dimensionamento de Barreiras Acústicas para minimização do Ruído Rodoviário.

*BRISA* - Autoestradas de Portugal, S.A.

*CEE* - Comunidade Económica Europeia

*CETUR* - Centre d'Etude des Transports Urbains

*Circulação Fluída* - Circulação correspondente a um fluxo contínuo de veículos, com flutuações muito pequenas do volume de tráfego e a velocidade praticamente constante.

*Circulação Intermitente* - Circulação correspondente a um fluxo de veículos com flutuações significativas no volume de tráfego, apesar de não serem expressivas as variações de velocidade. (São perfeitamente identificáveis as hora de ponta e as horas mortas, no que se refere ao volume de tráfego.)



*Circulação Interrompida* - Circulação correspondente a um fluxo de tráfego com pequenas flutuações no volume de veículos, mas com uma grande variação na velocidade a que os mesmos circulam.

*Corredor* - Área adstrita e cativa para um traçado, na fase de Estudo Prévio, definida por uma distância ao eixo de 200 m para cada lado, onde este pode sofrer alterações de localização em planta e perfil-longitudinal, na fase de Projecto de Execução se, devido à maior escala a que se faz este estudo, se revelarem condicionantes não identificadas na fase anterior.

*Decibel (dB)* - Expressão de medida habitual de um nível de pressão sonora. Trata-se de uma unidade adimensional que permite exprimir a relação existente entre os valores de duas potências, pressões ou intensidades.

*Decibel ponderado A (dB(A))* - Expressão de medida habitual de um nível sonoro que tem em atenção as diferentes sensações provocadas por sons de diferentes frequências através da filtragem por filtro normalizado tipo A.

*DSREN* - Direcção dos Serviços Regionais de Estradas do Norte

*EIA* - Estudo de Impacte Ambiental

*EIS* - Estudo de Impacte Sonoro

*EN* - Estrada Nacional

*EP* - Estudo Prévio

*EPA* - Environmental Protection Agency (EUA)

*Espectro de um Ruído* - Representação gráfica da evolução de amplitude das componentes de um dado som, geralmente complexo, em função da frequência, ou seja, é a curva que permite descrever o nível de pressão sonora no domínio da frequência.

*Fonte Linear* - Fonte sonora cuja propagação do som se realiza por ondas cilíndricas centradas sobre uma linha.

*Fonte Pontual* - Fonte sonora cuja propagação do som se efectua por ondas esféricas centradas sobre um ponto.

*Fonte Sonora* - Todos os corpos materiais que, pela sua vibração, movimentam o ar que se encontra na sua vizinhança imediata.

*IC* - Itinerário Complementar



*Impacte* - Alterações na envolvente natural ou edificada introduzidas pela nova via na região em que se insere, podendo ser positivas ou negativas e ter magnitude e extensão variável no tempo e no espaço.

*IP* - Itinerário Principal

*IPQ* - Instituto Português da Qualidade

*JA*E - Junta Autónoma das Estradas

$L_{10}$  - Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 10% do tempo de medição, normalmente expresso em dB(A).

$L_{50}$  - Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 50% do tempo de medição, normalmente expresso em dB(A).

$L_{50(MI)}$  - Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 50% do tempo de medição, estimado pelo projectista do método  $M_i$

$L_{50\ conv}$  - Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 50% do tempo de medição, estimado pelo projectista e convertido para as condições efectivas de medição encontradas no local, de acordo com o procedimento aconselhado pela norma francesa NF S 31-085.

$L_{95}$  - Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 95% do tempo de medição, normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise, durante o período de medição, normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq, 1h}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise, durante um período de referência de 1 hora, normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq, 24h}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise, durante o período de referência de 24 horas, normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq, ant}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise, durante o período de referência, anterior à beneficiação da estrada, normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq, Campo\ Livre}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise, durante o período de referência, medido numa zona sem edificações (Campo Livre), normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq, Conv}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído estimado pelo projectista e convertido para as condições de medição encontradas no local, em função da variação da velocidade de circulação e do volume de tráfego, de acordo com o método indicado na norma francesa NF S 31-085.

$L_{eq, Fachada}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise, durante o período de referência, medido a 3 m da fachada do edifício, em dB(A).

$L_{eq, Interior}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise, durante o período de referência, medido no interior do edifício, normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq(MI)}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído em análise estimado pelo projectista do método  $M_i$

$L_{eq, RF}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído de fundo, durante o período de referência, normalmente expresso em dB(A).

$L_{eq, RP}$  - Nível sonoro contínuo equivalente do ruído perturbador, durante o período de referência, normalmente expresso em dB(A).

$L_{Pico}$  - Valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora do ruído em análise, normalmente expresso em dB.

$M1$  - Método 1 de avaliação de Impacte Sonoro, utilizado em Portugal.

$M2$  - Método 2 de avaliação de Impacte Sonoro, utilizado em Portugal.

$M3$  - Método 3 de avaliação de Impacte Sonoro, utilizado em Portugal.

$M4$  - Método 4 de avaliação de Impacte Sonoro, utilizado em Portugal.

$M5$  - Método 5 de avaliação de Impacte Sonoro, utilizado em Portugal.

**MICROBRUIT®** - Programa de origem francesa para previsão do nível sonoro equivalente do Ruído Rodoviário e dimensionamento de Barreiras Acústicas.

**NP** - Norma Portuguesa

**OE** - Outra Estrada

**PE** - Projecto de Execução

**PN-RGR** - Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído

**Ponto de Representatividade Sonora** - Local de medição definido como característico de uma dada zona com ocupação variada, mas sujeito às mesmas fontes ruidosas, criando uma área de isoruído.



*Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído - Projecto de alteração ao actual RGR.*

*RAN - Reserva Agrícola Nacional*

*Rede Viária Actual - Rede de vias de tráfego existente antes da construção da estrada a que se refere o projecto em elaboração.*

*Regulamento Geral sobre o Ruído - Texto legislativo que engloba a legislação nacional na área do ruído.*

*REN - Reserva Ecológica Nacional*

*RGR - Regulamento Geral sobre o Ruído*

*Ruído - No sentido físico, é definido como uma conjugação complexa de sons de diversas frequências, por outro lado, também representa a noção de um fenómeno acústico que causa uma sensação auditiva desagradável.*

*Ruído Perturbador - Tipo de ruído susceptível de criar incomodidade nos receptores.*

*Ruído de Fundo - Ruído total existente numa dada situação e durante um intervalo de tempo definido, que é composto pelos ruídos emitidos por todas as fontes sonoras próximas ou longínquas na ausência do ruído perturbador.*

*Ruído Rodoviário - Ruído normalizado, utilizado por alguns países (França) que serve de referência para o ruído de tráfego rodoviário. O seu espectro é contínuo e a energia contida em cada banda de oitava é determinada a partir da energia contida na banda de oitava centrada nos 1 000 Hz.*

*Situação de Referência Inicial - Situação em que se faz a avaliação das características da região onde se vai inserir a estrada, durante a elaboração do projecto e após a definição dos traçados em planta e perfil-longitudinal à escala correspondente à fase de projecto a que se refere (esc. 1:5 000 na fase de Estudo Prévio e esc. 1:2 000 ou 1:1 000 na fase de Projecto de Execução).*

*Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto - Situação que ocorre no Ano Horizonte do Projecto, contemplando unicamente o desenvolvimento inerente à região sem os prejuízos ou mais valias provocados pela implantação da estrada.*



$T_{eqH}$  - Tráfego equivalente Horário ( $T_{eqH} = TMDA / 17 \cdot k$ )

$T_{eqHD}$  - Tráfego equivalente Horário Diurno ( $T_{eqHD} = TMDA / 17 \cdot K$ , sendo a constante  $k = 1$ )

$T_{eqHN}$  - Tráfego equivalente Horário Nocturno ( $T_{eqHN} = TMDA / 17 \cdot k$ , sendo a constante  $k$  variável entre [3, 4] de acordo com a importância da estrada considerada. Para IP ou IC, considerar-se-á  $k = 3$ , no caso de Outras Estradas,  $k = 4$ ).

TMD - Tráfego Médio Diário

TMDA - Tráfego Médio Diário Anual

TMH - Tráfego Médio Horário ( $TMH = TMD / 17$ )

TRAF<sup>®</sup> - Programa de Previsão do nível sonoro equivalente para o Ruído Rodoviário.

VPC - Velocidade Previsível de Circulação

$V_{proj}$  - Velocidade de Projecto

WYLE<sup>®</sup> - Programa de origem Americana para previsão do nível sonoro equivalente do Ruído Rodoviário e dimensionamento de Barreiras Acústicas.

Zona da Estrada - Área definida pela plataforma da estrada, os taludes de escavação ou aterro e a zona delimitada pela vedação implantada ao longo do limite de expropriação.

Zona Urbana - Espaço físico onde coexistem áreas habitacionais, de serviços, industriais, etc. permitindo a vivência das pessoas com todas as condições necessárias à sua permanência com uma qualidade mínima de bem estar físico e social.

Zona Não Urbana - Zona situada na periferia de zonas urbanas, incluindo todos os locais sem qualquer tipo de ocupação e reservas naturais protegidas.



### 3 - O ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

#### 3.1 - Generalidades

O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) é um instrumento de trabalho cuja função primordial é a identificação e caracterização dos impactes mais significativos associados à implementação do projecto em apreço, a definição de possíveis restrições e condicionantes à construção da obra e a caracterização das medidas de minimização a adoptar.

As peças que constituem um EIA (Decreto-Lei nº 186/90 de 6 de Junho), são:

- *Resumo Não Técnico* - onde se faz uma breve descrição do empreendimento e se indicam as principais vantagens e inconvenientes da execução da obra;
- *Relatório Síntese* - com informação pormenorizada sobre as diferentes áreas sectoriais de análise de impacte ambiental;
- *Anexos* - são elementos complementares do EIA, que permitem ou são resultado da elaboração do Relatório Síntese;
- *Projectos de Medidas de Minimização* - (Integração Paisagística, Qualidade da Água, Protecção Sonora e Património Arqueológico) referem as acções a empreender para minimizar os efeitos nefastos de implantação da estrada e para maximizar as vantagens da construção deste novo empreendimento.

O EIA é um documento que se rege pelo Decreto-Lei nº 186/90 de 6 de Junho e pelo Decreto-Regulamentar nº 38/90 de 27 de Novembro. Assim, para dar resposta ao exposto nesses Decretos ele abrange pelo menos as seguintes áreas sectoriais de análise ambiental:

- *Região*
- *Relevo / Geomorfologia*
- *Litologia / Geologia*
- *Solos / Capacidade de Uso do Solo*



- Ocupação do Solo
- Clima
- Recursos Hídricos / Qualidade da Água
- Qualidade do Ar
- Ruído
- Aspectos Ecológicos (Flora / Fauna / Vegetação)
- Caracterização Socioeconómica Regional e Local
- Ordenamento do Território
- Áreas Regulamentares ( RAN, REN, Domínio Hídrico)
- Património Cultural
- Paisagem / Qualidade Visual
- Predisposição e Expectativas da População

Nas alíneas subsequentes só se desenvolverão aspectos relacionados com a área sectorial de Impacte Sonoro provocado pela construção e exploração da estrada objecto de Estudo de Impacte Ambiental.

Consoante a fase do projecto em que se desenvolve o EIA, *Estudo Prévio* ou *Projecto de Execução*, a sua estrutura varia para contemplar as diferentes necessidades de cada tipo de estudo.

Na fase de *Estudo Prévio*, o EIA surge como um dos elementos fundamentais na escolha dos corredores de passagem da nova via, desenvolvendo-se de uma forma mais abrangente e menos pormenorizada, sem contudo deixar de referir os aspectos mais relevantes relativos às diferentes áreas em análise e identificando os locais onde não existe qualquer possibilidade de passagem da via em estudo.

No *Projecto de Execução*, a profundidade com que se estudam os diversos temas deriva da existência de um traçado já definido que vai ser implementado, com a possibilidade de introduzir pequenos desvios na sua directriz, de modo a preservar elementos naturais ou patrimoniais importantes, implicando a consideração de medidas de minimização para atenuar os inconvenientes da construção da nova via.





O EIA na fase de Estudo Prévio envolve, normalmente, as cinco etapas que a seguir se descrevem:

- 1ª Definição do Âmbito do Estudo;
- 2ª Caracterização da Situação Ambiental de Referência;
- 3ª Determinação e Avaliação dos Impactes Ambientais;
- 4ª Comparação de Alternativas de Localização;
- 5ª Formulação de Recomendações e Medidas de Minimização.

Na fase de Projecto de Execução, o EIA subdivide-se nas quatro fases a seguir enunciadas:

- 1ª Definição do Âmbito do Estudo;
- 2ª Caracterização da Situação Ambiental de Referência;
- 3ª Determinação e Avaliação dos Impactes Ambientais;
- 4ª Formulação de Recomendações e Medidas de Minimização.

A *Definição do Âmbito do Estudo* refere-se à necessidade de estudar a envolvente ambiental da estrada em projecto. Para uma análise preliminar é feito o estudo da zona com base em elementos bibliográficos, em visitas ao local e em informação das diversas entidades que serão afectadas pela Via, tendo como objectivo a definição das áreas mais sensíveis em termos ambientais, correspondentes a zonas críticas que merecem um estudo muito cuidado.

A *Caracterização da Situação Ambiental de Referência* permite averiguar a qualidade de vida das populações antes da implementação da estrada e as condições ambientais características do local que devem ser preservadas ou não mais que minimamente alteradas.

A *Determinação e Avaliação dos Impactes Ambientais* consiste na previsão dos níveis sonoros que vão ocorrer com a construção e implantação da nova via de circulação rodoviária, seguida de uma posterior reavaliação da qualidade do novo ambiente sonoro gerado. Esta reavaliação e a comparação com os limites impostos aos diferentes parâmetros acústicos pela legislação actual permite identificar os locais em que haverá alteração significativa nas condições ambientais face às novas condições provocadas pela construção e exploração da estrada.



A *Comparação de Alternativas de Localização* é uma etapa que apenas surge na fase de Estudo Prévio e possibilita, através da avaliação qualitativa do ambiente futuro, a escolha de um corredor para a implantação da nova via o qual, sob o ponto de vista ambiental, terá menos impacte sobre a zona limítrofe da estrada e seus ocupantes.

A *Formulação de Recomendações e Medidas de Minimização* é o capítulo final do EIA e compreende a definição de todas as medidas de prevenção e protecção que devem ser tidas em consideração para evitar ou reduzir os impactes sobre o meio ambiente, tanto durante a fase de construção como na de exploração.

### 3.2 - Caracterização da Situação Ambiental de Referência

Para satisfazer os requisitos desta fase, as equipas projectistas analisam a cartografia da região, com a implantação do traçado ou dos corredores em estudo e identificam os pontos que, à partida, serão mais susceptíveis de sofrerem a influência da nova via.

Seguidamente, realizam visitas ao local onde fazem a campanha de medições do ambiente sonoro para caracterização da situação de referência inicial, confirmam a implantação dos pontos sensíveis detectados na análise da cartografia e avaliam a exequibilidade do traçado pretendido do ponto de vista acústico.

### 3.3 - Avaliação dos Impactes Ambientais

#### 3.3.1 - Fase de Construção

Esta é a fase de mais difícil avaliação, devido ao desconhecimento da localização exacta das zonas de estaleiro e da sua constituição, das áreas de empréstimo e depósito de terras ao longo do traçado, etc.

Por esse motivo, as equipas projectistas só fazem conjecturas sobre as suas previsões em matéria de equipamentos e maquinaria que vão estar em laboração nas zonas de estaleiro e ao longo do traçado e a localizar as áreas mais favoráveis para empréstimo e depósito de terras, assim como a indicar os locais onde se devem ter cuidados especiais aquando da construção



da estrada, para evitar que os ocupantes das zonas mais próximas das áreas de trabalho sejam fortemente afectados por essas operações de construção. Esta análise irá permitir verificar a necessidade de serem previstas ou não medidas mitigadoras para salvaguarda das populações vizinhas.

### 3.3.2 - Fase de Exploração

Para avaliação dos impactes ambientais nesta fase do empreendimento, que corresponde à vida útil da estrada a construir, os projectistas na área do Impacte Sonoro, tendo por base o Estudo de Tráfego elaborado para dimensionamento da estrada, realizam previsões para os diferentes parâmetros que caracterizam o ambiente sonoro das áreas afectadas pela nova via.

Essas estimativas, realizadas com o auxílio de programas específicos, têm como objectivo a comparação dos valores obtidos para os diferentes parâmetros com os limites impostos pela legislação em vigor. No caso de se ultrapassarem os limites impostos, os projectistas identificam os locais sensíveis do ponto de vista ambiental, quantificam e qualificam a magnitude dos impactes gerados, segundo a sua duração, intensidade e extensão. Serão, em princípio, esses os locais sujeitos a medidas mitigadoras para protecção sonora.

## 3.4 - Caracterização de Medidas de Minimização de Impacte Ambiental

Após a identificação dos locais em que o impacte ambiental previsto se considera incompatível com a utilização existente e prevista, as equipas projectistas passam à definição das medidas e dispositivos de minimização dos impactes.

As medidas de minimização propostas têm diferentes vertentes, por exemplo, podem ser regras de execução dos trabalhos, cuidados a ter durante a fase de construção, horários aconselháveis de laboração ou a colocação de protecções para reduzir os inconvenientes sonoros da nova via.

A caracterização das medidas de minimização, o dimensionamento (comprimento e altura ou quantidade de elementos), a implantação ao longo da estrada e o tipo de materiais a aplicar, assim como os pormenores de



construção e a ocasião da sua colocação em obra são discriminados neste capítulo do EIA correspondente ao lanço em estudo.

### 3.5 - Monitorização do Ambiente

Esta fase do Estudo de Impacte Ambiental compreende a realização de campanhas de medições regulares ao longo do período de vida da estrada para controlar os diferentes parâmetros acústicos referidos no EIA e observar se a estimativa de evolução prevista se concretiza ou é necessário fazer algumas correcções às soluções adoptadas inicialmente para minimizar os inconvenientes da nova estrada.

Embora apareça mencionada em certos EIA como sendo necessária para o controle dos métodos de previsão, no que diz respeito à sua fiabilidade para as condições efectivas no terreno, a monitorização do ambiente sonoro é uma área que não tem tido grande expressão ou concretização prática.

### 3.6 - Experiência em Portugal, a nível de Estudos de Impacte Ambiental elaborados para Projectos Rodoviários

Dado que só existe legislação ambiental nesta área desde 1987 e, tendo em atenção o período mínimo para aplicação da mesma (correspondente ao aparecimento do Decreto-Regulamentar que indicava o conteúdo dos EIA a realizar e o tempo de elaboração dos EIA), os primeiros trabalhos que surgiram no domínio dos Estudos de Impacte Ambiental, na área rodoviária, datam de 1991.

Como é natural, ao longo dos anos que entretanto decorreram, a forma de elaboração desses EIA e o seu conteúdo foram sendo aperfeiçoados, de tal modo que, neste momento, é desaconselhável fazer uma comparação directa dos diferentes estudos. Deste modo, toda a análise comparativa entre os diversos EIA a realizar nos capítulos seguintes terá em consideração este aspecto fundamental na percepção do tipo de estudo elaborado.

Alguns dos EIA, elaborados para a JAE, no âmbito dos projectos rodoviários efectuados, estão indicados no Quadro 3.1.





Projecto	Data do Estudo	Projectista	Projectista de Ruído	Extensão (km)	Nº de pontos analisados	Espaçamento Médio (m/ponto)
IP1 - Acessos à Ponte do Freixo (EP)		Espaços Verdes				
IP1 - Acessos Norte à Ponte do Freixo (PE)	Junho 1994	SEIA	Bento Coelho	4.5	45	100
IP1 - Acessos Sul à Ponte do Freixo + V2 (PE)	Junho 1994	SEIA	Bento Coelho	9 + 2	26 + 11	350 + 200
IP1 - Braga/Valença+IP9 - Freixo / Darque + Via Transversal do Lima (EP)		Espaços Verdes				
IP1 - Acessos à Ponte Internacional de Valença	Novembro 91	COBA	Rui Lopes	6	9	700
IP2 - EN216 (Vale de Pradinhos) / EN102 (Valbenfeito)		Espaços Verdes				
IP2 - Trancoso/IP5 e Variante a Trancoso	Fevereiro 96	Espaços Verdes		19	5	3800
IP2 - Covilhã / Castelo Branco (Fundão / Alpedrinha)	Março 1992	COBA	Rui Lopes	7.1	-	-
IP2 - Covilhã / Castelo Branco (Covilhã / Soalheira)	Outubro 1993	COBA	Acústica e Ambiente	21	33	650
IP2 - Variante de Estremoz	Agosto 1994	ECOS	Acústica e Ambiente	6	8	750
IP3 - Vila Real/Fail (Visu) (EP)	Setembro 91	Espaços Verdes		90	-	-
IP3 - Fronteira/EN103 (EP)	Janeiro 1996	ECOS	Acústica e Ambiente	16 + 16	4 + 6	4000 + 2600
IP3 - EN103/Mila Pouca de Aguiar (EP)	Janeiro 1997	ECOS	Acústica e Ambiente	27	13	2000
IP3 - Vila Pouca de Aguiar/Vila Real (EP)	Janeiro 1998	ECOS	Acústica e Ambiente	21	3	7000
IP3 - Vila Real/Régua		COBA				
IP3 - Variante de Castro Daire	Abril 1995			9.4	2	4700

QUADRO Nº 3.1 - ESTUDOS DE IMPACTE AMBIENTAL (JAE)





Projecto	Data do Estudo	Projectista	Projectista de Ruído	Extensão (km)	Nº de pontos analisados	Espaçamento Médio (m/ponto)
IP3 - Santa Eulália/Trouxemil (2º Trecho)	Dezembro 94	ArqPais	Leonor Pinto	17.5	3	5800
IP4 - Vila Real/Mila Verde/Franco/Golfeiras	Agosto 1993	Ecosistema	Bento Coelho	52	6	8700
IP4 - Bragança/Quintanilha		Espaços Verdes		16	6	2700
IP7 - Vila Boim/EN372/Variante Norte a Elvas e Elvas/Calca	Janeiro 1994	Geometral	Margarida Guedes	6,2 + 13	7	2800
IP9 - Braga/Guimarães	Novembro 93	Espaços Verdes	Bento Coelho	13	10	1300
IC1 - Freixoiro/Perafita/Mindelo	Novembro 93	Trifólio	Bento Coelho	14	13	1100
IC1 - Póvoa /Apúlia	1994	ArqPais	Helena Martins	17	3	5700
IC1 - Póvoa/Apúlia (Reformulação do Traçado)	1995	ArqPais	Bento Coelho	5	5	1000
IC1 - Apúlia/Ponte do Neiva	Novembro 94	COBA	Bento Coelho	14	7	2000
IC1 - Variante Ponte do Neiva/Nó Darque	Dezembro 91	Ecosistema	Rui Gonçalves	8.6	-	-
IC1 - Viana do Castelo/Mila Praia de Âncora	Março 1995	ArqPais	Bento Coelho	20	10	2000
IC1 - Variante Aveiro/Ilhavo/Vagos	Julho 1996	Impacte	Acústica e Ambiente	24	17	1400
IC2 - S. João da Madeira / Carvalhos	1996	Ecosistema	Bento Coelho	22*3	8	8250
IC2 - Variante Coimbra/Sargento-Mor	Agosto 1995	Ecosistema	Bento Coelho	5	13	400
IC4 - Via Infante Sagres (Lanço Guia/Lagoa, sublanço Guia/Alcantarilha)	Dezembro 95	ArqPais	João Serrano	6.8	3	2300
IC5 - Variante de Fafe		GAO				
IC10 - Ponte sobre o Rio Tejo e Acessos Imediatos (2ª fase)	Dezembro 95	Trifólio	Bento Coelho	1.8	5	350

QUADRO Nº 3.1 (continuação) - ESTUDOS DE IMPACTE AMBIENTAL (JAE)





Projecto	Data do Estudo	Projectista	Projectista de Ruído	Extensão (km)	Nº de pontos analisados	Espaçamento Médio (m/ponto)
IC14 - Barcelos/Braga	Outubro 1995	AraPais	Helena Martins	14	6	2500
IC17 - (CRIL) Buraca / Pontinha + Olival de Baixo / Sacavém	1993	Espaços Verdes	Bento Coelho	4 + 4	17 + 8	4000 + 500
IC17 - (CRIL) Pontinha/Odivelas + IC16 - Radial da Pontinha + IC22 - Radial de Odivelas	1993	Espaços Verdes	Bento Coelho	4,4+4,2+4	14 + 5 + 14	300+ 850+ 300
IC23 - Nó do Areinho/Avenida da República	Junho 1994	SEIA	Bento Coelho			
IC23 - Avenida da República/Nó da	1996	Proplano	Acústica e Ambiente	2		
IC24 - Freixo/Aeroporto	Novembro 93	Trifólio	Bento Coelho	1	4	250
IC24 - Espinho/Picoto	Novembro 95	Ecosistema	Bento Coelho	7,5	7	1000
IC25 - Via Rápida de Gondomar	Março 1996	COBA	Acústica e Ambiente	6,3	63	100
IC26 - Amarante/Régua	1996					
IC28 - Viana do Castelo/Estorãos	1996	AgriPro	Carlos Fafaio	16	4	4000
IC28 - Estorãos/Ponte de Lima	1996	Ecosistema				
IC28 - Ponte de Lima/Ponte da Barca	1997	AgriPro	Carlos Fafaio			
EN8 - Variante Torres Vedras/Bombarral	Fevereiro 92	Impacto 2000	Bento Coelho	25	6	4200
EN14 - Variante IP9(Celeirós)/Estação de Braga	Setembro 95	COBA	Bento Coelho	5,2	12	450
EN14 - Variante em Famalicão		Impacte				
EN14/EN104 - Variante da Trofa		Ecosistema				
EN101/EN201 - Braga/Prado	Mai 1993	COBA	Bento Coelho	10,5	12	900

QUADRO Nº 3.1 (continuação) - ESTUDOS DE IMPACTE AMBIENTAL (JAE)







## 4 - LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO

### 4.1 - Introdução

Sendo relativamente recente, em Portugal, a necessidade de realização de Estudos de Impacte Ambiental, a legislação e normalização, indispensáveis à uniformização de procedimentos e critérios de avaliação, ainda está em elaboração ou alteração para uma melhor adequação à realidade portuguesa neste domínio.

No que se refere a outros países da União Europeia, podemos referir que a legislação ambiental, na área sectorial do ruído, já existe na grande maioria dos países desde a década de 70 e tem vindo, sucessivamente, a ser alterada para melhorar a qualidade de vida das populações. Este procedimento tem provocado uma diminuição dos níveis sonoros permitidos em diferentes locais e para diversos períodos diários.

Seguidamente, vai ser analisada a situação legislativa em Portugal e referidos alguns dos limites impostos em outros países, nos quais se englobam os pertencentes à União Europeia, bem como as condições em que são considerados e aplicados.

### 4.2 - Legislação Nacional

Da legislação que surgiu logo após a entrada de Portugal na União Europeia é de salientar a *Lei de Bases do Ambiente* (74), aprovada em Abril de 1987 (Decreto-Lei nº 11/87 de 7 de Abril) onde se pretendia esclarecer quais as áreas ambientais mais relevantes, que forçosamente deveriam ser analisadas nos futuros Estudos de Impacte Ambiental e quais os parâmetros mais significativos em cada uma dessas áreas de intervenção ambiental, que poderiam ser quantificáveis para avaliar a extensão do impacte ambiental provocado.

No que se refere ao Ruído, a regulamentação portuguesa surgiu também no ano de 1987 (Decreto-Lei nº 251/87 de 24 de Junho), como complemento da *Lei de Bases de Ambiente*. Neste Regulamento Geral sobre o Ruído (RGR) (77) são indicados valores limite para o parâmetro  $L_{50}$  (nível



sonoro ambiente que ocorre em pelo menos 50% do período de referência considerado). Estes limites permitem a Classificação face ao Ruído dos locais.

A Classificação face ao Ruído dos diferentes locais, depende do período do dia e do nível sonoro emitido, conforme o indicado no Quadro nº 4.1.

Classificação do Local	Período Diurno (7:00 h - 22:00 h)	Período Nocturno (22:00 h - 7:00 h)
Pouco Ruidoso	$L_{50} \leq 65 \text{ dB(A)}$	$L_{50} \leq 55 \text{ dB(A)}$
Ruidoso	$L_{50} \leq 75 \text{ dB(A)}$	$L_{50} \leq 65 \text{ dB(A)}$
Muito Ruidoso	$L_{50} > 75 \text{ dB(A)}$	$L_{50} > 65 \text{ dB(A)}$

QUADRO Nº 4.1 - CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS (REGULAMENTO GERAL SOBRE O RÚIDO)

Neste Regulamento é ainda referido um critério de incomodidade para *Actividades Ruidosas*, que impõe um limite máximo de 10 dB(A) à diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente do ruído perturbador ( $L_{eq}$ ) e o ruído ambiente de fundo, caracterizado pelo parâmetro  $L_{95}$ . Em termos práticos e em formulação mais simplista, nenhuma actividade ruidosa poderá provocar mais do que 10 dB(A) de acréscimo no ruído ambiente da envolvente onde se situa.

Apesar de não fixar valores limite, de acordo com o tipo de ocupação predominante numa dada zona, o RGR indica quais os locais onde podem ser construídos os edifícios, consoante a sua função (habitação, escolar, hospitalar ou industrial) e quais as características construtivas mínimas a que esses edifícios devem obedecer, nomeadamente no que se refere ao isolamento aos sons aéreos e de percussão.

Nos anos de 1989 e 1992, o Regulamento Geral sobre o Ruído sofreu algumas alterações no que diz respeito à Classificação dos Locais (79) e à protecção dos trabalhadores (78) no seu local de trabalho.

Actualmente, o Regulamento Geral sobre o Ruído está em revisão, para alteração, entre outros, dos parâmetros acústicos utilizados na Classificação dos Locais e do Critério de Incomodidade imposto às *Actividades Ruidosas*.



Segundo o texto divulgado deste projecto de Novo Regulamento, a Classificação dos Locais passaria a ser feita segundo o parâmetro  $L_{eq}$ , em substituição do  $L_{50}$ , conforme os limites indicados no Quadro nº 4.2.

Classificação do Local	Período Diurno (7:00 h - 22:00 h)	Período Nocturno (22:00 h - 7:00 h)
Pouco Ruidoso	$L_{eq} \leq 65 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} \leq 55 \text{ dB(A)}$
Ruidoso	$L_{eq} \leq 75 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} \leq 65 \text{ dB(A)}$
Muito Ruidoso	$L_{eq} > 75 \text{ dB(A)}$	$L_{eq} > 65 \text{ dB(A)}$

QUADRO Nº 4. 2 - CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS (PROJECTO DE NOVO REGULAMENTO GERAL SOBRE O RUÍDO)

O critério de incomodidade, referido no Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído (PN-RGR), contemplará dois períodos diários (período diurno e período nocturno) e a avaliação do nível sonoro do ruído de fundo, expresso no RGR pelo  $L_{95}$ , será substituído pelo nível sonoro contínuo equivalente do ruído ambiente,  $L_{eq, RF}$ . Neste futuro panorama legislativo e a vigorar o texto do PN-RGR conhecido, os novos limites a impor à diferença entre o  $L_{eq, RP}$  do ruído perturbador e o  $L_{eq, RF}$  do ruído de fundo seriam os definidos no Quadro nº 4.3.

		Valores Limite
Período Diurno	(7:00 h - 22:00 h)	$L_{eq, RP} - L_{eq, RF} \leq 5 \text{ dB(A)}$
Período Nocturno	( 22:00 h - 7:00 h)	$L_{eq, RP} - L_{eq, RF} \leq 3 \text{ dB(A)}$

QUADRO Nº 4. 3 - CRITÉRIO DE INCOMODIDADE (PROJECTO DE NOVO REGULAMENTO GERAL SOBRE O RUÍDO)

## 4.3 - Legislação Internacional

### 4.3.1 - Generalidades

Muitos dos países que constituem a União Europeia e mesmo os Estados Unidos da América têm, há algumas décadas, legislação nacional, regional ou estadual sobre o Ruído, neste caso especialmente sobre o Ruído Rodoviário.

Actualmente é genérica e tecnicamente aceite que o parâmetro descritor do Ruído Rodoviário é o  $L_{eq}$ . No entanto, os períodos em que o mesmo é definido variam de país para país.

Seguidamente, serão referidos os Regulamentos ou textos legislativos sobre o Ruído de alguns países europeus (Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Espanha, França, Grécia, Holanda, Itália, Reino Unido e Suécia), bem como da China e Estados Unidos da América, terminando com um resumo dos parâmetros acústicos e dos limites impostos noutros países (Austrália, Áustria, Canadá, Hongkong, Japão e Coreia).

#### 4.3.2 - ALEMANHA

Em 1983, o governo alemão publicou a primeira legislação relativa ao Ruído, que indicava Valores Limite para a Rede Fundamental de Estradas do país. Posteriormente, em 1986 e 1990, foram feitas algumas modificações à regulamentação vigente. Actualmente, o governo alemão considera dois tipos de estradas:

- As *NOVAS ESTRADAS* ou as sujeitas a grandes alterações, cujo nível sonoro emitido não pode ultrapassar os 59 dB(A), em Campo Livre, durante o período diurno e 49 dB(A), no período nocturno. Estes limites também se aplicam a Restabelecimentos das Estradas que constituem a rede principal, sempre que o campo sonoro provocado seja superior a 70 dB(A) ou 60 dB(A), conforme se trate de período diurno ou nocturno.  
Neste caso são modificadas as características das estradas, implementadas barreiras acústicas ou feito um acréscimo de isolamento de fachada.
- Nas *ESTRADAS EXISTENTES* só são tomadas medidas de redução do impacte sonoro quando o nível sonoro excede os 70 dB(A) no período diurno ou os 60 dB(A) no período nocturno. Esta redução é conseguida, essencialmente, à custa do aumento de isolamento sonoro de fachada.

De acordo com essa legislação (16), os limites estabelecidos para o ambiente sonoro ao longo de vias rodoviárias, são indicados no Quadro nº 4.4.

Local	$L_{eq, Campo Livre}$ máximo em dB(A)			
	Novas Estradas		Estradas existentes	
	Dia	Noite	Dia	Noite
	6:00-22:00 h	22:00-6:00 h	6:00-22:00 h	22:00-6:00 h
Zona Hospitalar ou Escolar	57	47	70	60
Zona Residencial	59	49	70	60
Zona Residencial e de Serviços	64	54	72	62
Zona de Industria Leve	69	59	75	65

QUADRO Nº 4. 4 - VALORES LIMITE MÁXIMO DO RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO NA ALEMANHA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

#### 4.3.3 - BÉLGICA

Neste país, o Ambiente é tratado pelas autoridades regionais, sem existir a obrigatoriedade de uma regulamentação uniforme para a globalidade do país. No presente caso, Ruído de Tráfego, está em elaboração uma revisão da presente legislação em pelo menos duas regiões (16).

Actualmente, na região de Flandres, ainda está em vigor legislação que utiliza o parâmetro acústico  $L_{eq, 1h}$ , para o qual são estabelecidos os valores expostos no Quadro nº 4.5.

Local	$L_{eq, 1h}$ máximo em dB(A)		
	Dia	Tarde	Noite
	7:00-18:00 h	18:00-22:00 h	22:00-7:00 h
Zona Rural	40	35	30
Zona Rural e Residencial a menos de 500m de Zonas Industriais	50	45	45
Zona Rural e Residencial a 500 m de Zonas Industriais	50	45	40
Outras Zonas Residenciais	45	40	35
Zonas Industriais e Comerciais	60	55	55
Zonas de Recreio	50	45	40
Outras Zonas	45	40	35
"Buffer Zone"	55	50	50

QUADRO Nº 4. 5 - VALORES LIMITE DO RUÍDO AMBIENTE NUMA REGIÃO BELGA (FLANDRES), FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

Noutra das regiões (Bruxelas) está em preparação legislação que contempla mais o receptor do ruído, visando uma protecção mais eficaz dentro dos edifícios, que utiliza como parâmetro descritor o  $L_{eq}$ . Nesta nova regulamentação os valores limites do ruído são definidos para dentro das habitações, com as janelas fechadas.

Outra das inovações prende-se com o facto de utilizarem um novo critério de incomodidade que é avaliado pela diferença entre o nível sonoro equivalente do ruído e o  $L_{90}$  correspondente ao ruído de fundo, técnica um pouco semelhante ao previsto no RGR português.

Se essa diferença, avaliada no interior dos edifícios, for superior a 6 dB(A) nas zonas de estar ou a 3 dB(A) nos quartos então o ruído é considerado excessivo e tem de ser objecto de medidas de minimização. Esta situação só se refere a ruídos perturbadores superiores a 30 dB(A).

Em zonas já estabelecidas a diferença entre o  $L_{eq}$  do ruído perturbador e o  $L_{90}$  característico do ruído de fundo é limitada a 10 dB(A).

No caso de Ruídos de Impacto ou para Sons Puros é proposta uma penalização sonora (de + 5 dB(A)), como forma de considerar o efeito nefasto deste tipo de ruídos nos receptores.

#### 4.3.4 - DINAMARCA

A legislação dinamarquesa diz respeito, essencialmente, ao planeamento de novas vias rodoviárias e ferroviárias e às novas zonas de construção na proximidade dessas vias de comunicação (16).

Referente ao ruído de Tráfego Rodoviário os valores limite no exterior considerados para planeamento urbano são indicados no Quadro nº4.6.

Local	$L_{eq, 24h}$ máximo em dB(A)
Zona Recreativa	50
Zona Escolar ou Hospitalar	55
Zona Residencial	55
Zona de Serviços	60

QUADRO Nº 4. 6 - VALORES LIMITE MÁXIMO PARA O RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO NA DINAMARCA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

#### 4.3.5 - ESPANHA

Em Espanha ainda não existe regulamentação que uniformize os procedimentos das diferentes Regiões, algumas das quais já têm legislação específica sobre o ruído desde 1985, nomeadamente Navarra, Astúrias, Baleares e Estremadura.

No ano de 1988, o Ministério das Obras Públicas e Planeamento elaborou uma proposta de lei sobre o ruído, não promulgada, que estabelecia limites máximos do nível sonoro do ruído rodoviário, no exterior, para estradas novas e existentes, de acordo com o principal tipo de ocupação na área e com o período do dia a que dizem respeito, conforme o descrito no Quadro nº 4.7 (16).

Local		L <sub>eq</sub> máximo em dB(A)	
		Período Diurno 8:00 h - 22:00 h	Período Nocturno 22:00 h - 8:00 h
Nova Estrada	Zona Hospitalar ou Escolar	55	45
	Zona Residencial	65	55
	Zona Comercial e Industrial	75	65
Estrada Existente	Zona Hospitalar e Escolar	65	55
	Zona Residencial	75	65

QUADRO Nº 4. 7 - VALORES LIMITE MÁXIMO DO RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO PROPOSTOS EM 1988 NUM PROJECTO DE DECRETO-LEI EM ESPANHA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

Apesar de este Decreto-Lei não ter sido aprovado, a legislação que rege a elaboração de Projectos, já menciona o Ruído como uma das variáveis a considerar no desenvolvimento dos estudos.

Em 1993 surgiu uma nova proposta de Lei, emanada do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Ambiente, que se baseava nos seguintes princípios:

- são consideradas quatro tipos de fontes sonoras (Actividades Industriais, Transportes, Máquinas e Equipamentos, Actividades Culturais e Recreativas);
- consideram-se quatro tipos de receptores:
  - \* Tipo I - Hospitais, Escolas, Teatros e Parques;
  - \* Tipo II - Áreas Habitacionais, Recreativas e Hotéis;
  - \* Tipo III - Zonas de Serviços;



- \* Tipo IV - Zonas Industriais;
- os níveis sonoros envolvem a consideração de dois tipos de situação:
  - \* Novas Situações;
  - \* Situações Existentes;
- são considerados dois períodos de referência diários
  - \* Período Diurno (8:00 h - 22:00 h);
  - \* Período Nocturno (22:00 h - 8:00 h).

Dos pressupostos definidos (16) resultou o Quadro nº 4.8.

Local	$L_{eq, Fachada}$ valores máximos em dB(A)							
	Fonte Existente		Nova Fonte		Fonte Existente		Nova Fonte	
	Receptor Existente	Receptor Existente	Receptor Existente	Receptor Existente	Novo Receptor	Novo Receptor	Novo Receptor	Novo Receptor
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
Hospitalar Escolar Teatros/Parques	60	50	55	45	50	40	50	40
Residencial Recreativo de Hotelaria	65	55	60	50	60	45	55	40
de Serviços	70	60	65	60	70	60	65	55
Industrial	75	75	75	70	75	70	70	65

QUADRO Nº 4. 8 - VALORES LIMITE, NO EXTERIOR, DO RUÍDO DE TRÁFEGO RODoviÁRIO PROPOSTOS EM 1993 NUM PROJECTO DE DECRETO-LEI EM ESPANHA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

Os limites estabelecidos por este Projecto de Decreto-Lei, deverão ser aplicados a todo o país. No entanto, se as Autoridades Regionais o desejarem, poderão ser estabelecidos valores limite mais restritivos.

É ainda referida a necessidade de intervenção, por parte das autoridades responsáveis, no caso das zonas urbanas existentes, sempre que os limites definidos se ultrapassem, no sentido de reduzir o nível sonoro.

Esta redução pode ser conseguida à custa de Barreiras Acústicas, da redução da intensidade sonora da fonte ou, se tal não for possível por razões técnicas ou económicas, actuando nos edifícios, aumentando o

Local	$L_{eq, Fachada}$ máximo em dB(A)	
	Período Diurno 6:00 h - 22:00 h	Período Nocturno 22:00 h - 6:00 h
Zona Hospitalar	57	52
Zona Escolar	57	-
Zona Residencial em locais Pouco Ruidosos ( $L_{eq} < 60$ dB(A))	60 (*)	55 (*)
Outras Zonas Residenciais	65 (*)	60 (*)
Zona Industrial ou Comercial	65 (*)	-

QUADRO Nº 4. 10 - VALORES LIMITE MÁXIMOS PARA O RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO EM FRANÇA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

(\*) Estes valores são superiores em 3 dB(A) aos que seriam medidos em Campo Livre ou em fachada, na horizontal de uma janela aberta, nas mesmas condições de tráfego, num local idêntico. É conveniente ter em atenção esta diferença para comparação com outros Regulamentos que se baseiam em níveis sonoros máximos admissíveis em Campo Livre ou medidos defronte de uma janela aberta.

No caso de Vias de Tráfego Rodoviário existentes, o objectivo é não ultrapassar os 65 dB(A) no exterior, se o nível sonoro anterior à beneficiação já for superior a 65 dB(A), ou não exceder o nível sonoro preexistente, se este for inferior a 65 dB(A).

#### 4.3.7 - GRÉCIA

Em 1981, o desenvolvimento industrial a que o país esteve sujeito, criou a necessidade da elaboração de legislação ambiental para tentar encontrar uma forma mais eficaz de gerir os recursos nacionais. Nesta legislação, que também incluía regulamentação relativa ao ruído estabeleciam-se limites para o nível sonoro ambiente que dependiam do tipo de ocupação predominante na área e da localização relativa dos diferentes tipos de ocupação (por exemplo, se existem edifícios industriais e residenciais contíguos, então o nível sonoro contínuo equivalente máximo é de 45 dB(A)).

No caso de ruído provocado pelas estradas, o limite imposto pela legislação actual é de 67 dB(A) para o  $L_{eq}$  ou de 70 dB(A) para o  $L_{10}$ , tanto em período diurno como nocturno.

Os valores limite máximos do nível sonoro (16) a que se refere a legislação grega e os propostos para um novo Regulamento são medidos no interior das habitações com as portas e janelas abertas e estão descritos no Quadro nº 4.11.

Local	$L_{eq, Fachada}$ máximo em dB(A)			
	Actual		Proposta	
	Dia	Noite	Dia	Noite
Zona Industrial	70	70	65	65
Zona Industrial com alguma ocupação Residencial	65	65	-	-
Zona Residencial com alguma ocupação Industrial	55	55	50	45
Zona Residencial e Rural	50	50	45	40

QUADRO nº 4. 11 - VALORES LIMITE MÁXIMOS NO INTERIOR DAS HABITAÇÕES (COM JANELAS E PORTAS ABERTAS) PARA O RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO NA GRÉCIA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

No que se refere aos edifícios em banda ou quando no mesmo edifício coexistem actividades industriais e residenciais, o nível sonoro equivalente proposto na nova legislação para o interior das habitações não pode ser superior a 35 dB(A).

#### 4.3.8 - HOLANDA

Segundo a legislação holandesa, actualmente em vigor, os limites de Ruído de Tráfego Rodoviário depende dos seguintes factores:

- Tipo da estrada (se a máxima velocidade permitida é de 50 km/h ou se são autorizadas velocidades superiores);
- A precedência relativa da zona edificada e de circulação rodoviária que admite, para cada uma das zonas, 5 estágios diferentes: não planeada, planeada, em construção, construída ou em beneficiação.

Para cada uma destas situações são definidos Valores Limite do  $L_{eq, Campo Livre}$  máximos e mínimos (Quadro nº 4.12) (16). Se os valores máximos são ultrapassados, é interdita a construção de edifícios de habitação, alterado o tipo de ocupação prevista inicialmente ou simplesmente não se abre a estrada ao tráfego até que estejam reunidas as condições que permitam

verificar a legislação em vigor. Se, pelo contrário, é o limite inferior que não é atingido, então não são tomadas quaisquer medidas de protecção sonora.

No caso de estradas já existentes e objecto de beneficiação, o nível sonoro gerado pela circulação dos veículos está limitado ao ruído preexistente, no caso dos limites inferiores, ou a um acréscimo de 5 dB(A) no Valor Limite máximo correspondente ao nível sonoro equivalente anterior a esse melhoramento ( $L_{eq, ant.}$ ).

Além destes Valores Limite mínimos e máximos, também é imposto um limite máximo ao parâmetro acústico,  $L_{eq, Campo Livre}$  a atingir no interior das habitações que, afinal, é o objectivo principal da regulamentação existente.

Local		$L_{eq, Campo Livre}$ Valores Limite em dB(A)			
		Mínimo	Máximo no exterior		Máximo no Interior de Hab.
Edifícios	Estrada		Cidade	Rural	
Não Planeados	Não planeadas	55	65	60	35
	Planeadas	55	65	60	35
	Em construção	55	65	60	35
	Construídas	55	70	60	35
	Em beneficiação	55	65	60	35
Planeados	Não planeadas	55	65	60	35
	Planeadas	55	65	65	35
	Em construção	55	70	70	35
	Construídas	55	70	70	35
	Em beneficiação	55	65	65	35
Em construção	Não planeadas	55	70	70	35
	Planeadas	55	70	70	40
	Em construção	60	70	70	40
	Construídas	60	70	70	40
	Em beneficiação	$L_{eq, ant.}$	$L_{eq, ant.} + 5$	$L_{eq, ant.} + 5$	35
Construídos	Não planeadas	55	70	65	35
	Planeadas	55	70	70	40
	Em construção	60	75	70	40
	Construídas	60	75	75	45
	Em beneficiação	$L_{eq, ant.}$	$L_{eq, ant.} + 5$	$L_{eq, ant.} + 5$	35

QUADRO Nº 4. 12 - VALORES LIMITE DO RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO NA HOLANDA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

#### 4.3.9 - ITÁLIA

Até 1991 não existia legislação nacional sobre o ruído, em Itália. O único elemento disponível era uma circular do Ministério da Saúde Italiano, datada de Setembro de 1971, que estabelecia limites para o nível sonoro equivalente do Ruído Industrial de 60 dB(A) durante o período diurno e 40 dB(A), no período nocturno.

Posteriormente, na sequência de advertências feitas na lei italiana em 23 de Dezembro de 1978 e 8 de Julho de 1986, foi aprovado um Decreto-Lei, em Março de 1991 que, em função da zona urbana a que se referia, definia Valores Limites para o nível sonoro equivalente (16) que se descrevem no Quadro nº 4.13.

Local	Leq, Campo Livre máximo em dB(A)	
	Período Diurno 6:00 h - 22:00 h	Período Nocturno 22:00 h - 6:00 h
Zona Hospitalar e escolar	50	40
Zona Residencial	55	45
Zona Residencial e Comercial	60	50
Zona Comercial	65	55
Zona Industrial	70	60
Zona exclusivamente Industrial	70	70

QUADRO Nº 4. 13 - VALORES LIMITE PARA O RUÍDO AMBIENTE EXTERIOR EM ITÁLIA, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

Há ainda um outro Critério de Incomodidade que deve ser tido em consideração, que impõe um limite máximo de 5 dB(A) ou 3 dB(A), conforme se refira a período diurno ou nocturno, à diferença entre o nível sonoro equivalente do Ruído de Fundo e o nível sonoro equivalente o Ruído Perturbador, medida dentro das habitações, uma situação semelhante à prevista no PN-RGR português.

No entanto este critério considera que, sempre que o nível sonoro equivalente do Ruído Perturbador seja inferior a 40 dB(A) ou 30 dB(A), período diurno ou nocturno, se possa encarar este ruído como aceitável. Se o Ruído a que se reportam as medições for superior a 60 dB(A) ou 50 dB(A), período

diurno ou nocturno, o Critério de Incomodidade não se aplica e a emissão destes níveis de ruído não se pode aceitar.

#### 4.3.10 - REINO UNIDO

Foi recentemente publicado o Regulamento de Planeamento Urbano que recomenda níveis máximos de exposição ao ruído para novas áreas residenciais localizadas próximo de fontes emissora de ruído. Neste Regulamento estão incluídas algumas normas no que se refere ao isolamento dos edifícios afectados pelo ruído rodoviário, aeroportuário e ferroviário.

O sistema de planeamento inglês tenta, sempre que possível, que as zonas sensíveis ao ruído se localizem fora da área de influência destes. No caso de não ser viável essa separação são tomadas as medidas necessárias para reduzir os efeitos do ruído.

A inovação introduzida pelo novo Regulamento de Planeamento Urbano refere-se ao conceito de Nível de Exposição ao Ruído das zonas residenciais. A sua intenção é, em primeiro lugar, prevenir a ocorrência de níveis sonoros excessivos em zonas consideradas sensíveis, em segundo, quando tal não suceder, compensar as populações atingidas por níveis sonoros que ultrapassem os limites recomendados e finalmente pretende lidar com denúncias sobre o ruído emitidas pelos ocupantes dos edifícios preexistentes às novas fontes de ruído.

No Quadro nº 4.14 referem-se os Valores Limite identificadores das diferentes Classes de Exposição ao Ruído (16).

Classes de Exposição ao Ruído	$L_{eq, Campo Livre}$ valores máximos em dB(A)			
	Ruído Rodoviário		Diversas Fontes	
	Dia	Noite	Dia	Noite
	7:00 h - 23:00h	23:00 h - 7:00 h	7:00 h - 23:00 h	23:00 h - 7:00 h
A	< 55	< 45	< 55	< 45
B	55 - 63	45 - 57	55 - 63	45 - 57
C	63 - 72	57 - 66	63 - 72	57 - 66
D	> 72	> 66	> 72	> 66

QUADRO Nº 4. 14 - VALORES LIMITE, NO CASO DE NOVOS EDIFÍCIOS PRÓXIMOS DE FONTES EXISTENTES, RECOMENDADOS NO REINO UNIDO



No Quadro nº 4.15 são indicadas as condições de licenciamento relativas às Classes de Exposição ao Ruído de Zonas Residenciais consideradas pelo Regulamento de Planeamento Urbano inglês.

Classificação Ruidosa de Edificações	Condições de Licenciamento
A	O ruído não é factor determinante para licenciamento, no entanto, áreas com o limite superior desta classe são considerado não aconselháveis à construção
B	O ruído é factor determinante no licenciamento e, sempre que necessário, devem ser impostas medidas que assegurem protecção suficiente contra o ruído
C	Normalmente não é permitido o licenciamento das construções. Quando esse licenciamento for permitido, por não existirem alternativas viáveis, devem ser impostas condições que garantam um isolamento adequado ao ruído
D	O licenciamento das construções deve ser recusado

QUADRO Nº 4. 15 - CONDIÇÕES DE LICENCIAMENTO REFERENTES ÀS CLASSES DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DOS EDIFÍCIOS NO REINO UNIDO

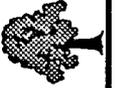
#### 4.3.11 - SUÉCIA

A regulamentação sobre o Ruído está incluída na Legislação de Protecção Ambiental Sueca, no que se refere à localização das actividades ruidosas em geral.

No entanto, para sistematizar os procedimentos, o governo sueco mandou a sua EPA (Environmental Protection Agency) para definir regras a seguir pelas diversas actividades referidas na legislação ambiental.

As directivas definidas pela EPA sueca não constituem Lei mas, na prática, são seguidas pelas autoridades de decisão e judiciais.

Na sequência desta regulamentação emanada da EPA da Suécia, foram indicados os Valores Limite para o nível sonoro equivalente do Ruído de



Tráfego (16), a aplicar nos instrumentos de planeamento urbano, referidos no Quadro nº 4.16.

Local	Valores máximos em dB(A)	
	$L_{eq, 24h}$	$L_{plco}$ (19:00 - 7:00)
Exterior		
Zonas Residenciais, Escolares e Hospitalares	55	
Zonas Recreativas (incluindo as privadas)	55	
Zonas de Serviços	65	
Interior		
Zonas Residenciais (incluindo de férias) e Hospitalares	30	45
Zonas Escolares	30	
Zonas de Serviços	40	
Áreas com baixo nível sonoro inicial no exterior		
Zonas Recreativas incluídas no PDM	40	
Zonas exclusivamente Residenciais	45 - 50	

QUADRO Nº 4. 16 - VALORES LIMITE DO NÍVEL SONORO, EM CAMPO LIVRE, NA SUÉCIA EM FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

Se os valores em que se baseou o planeamento urbano forem ultrapassados, as autoridades terão de alterar esses planos ou prever a implementação de medidas de minimização, desde que esta tenham custos economicamente razoáveis.

No caso de edificações existentes, as autoridades locais têm Planos de Redução do Nível Sonoro que incluem a construção de Barreiras Acústicas ou o aumento do Isolamento de Fachada.

O objectivo desta intervenção é atingir um nível sonoro máximo de  $L_{eq, 24h}$  entre 65 e 70 dB(A) no exterior ou de 40 dB(A) no interior dos edifícios.

#### 4.3.12 - CHINA

Desde 1979 que a China tenta fazer aprovar legislação específica sobre a área do ruído sem, contudo o ter conseguido fazer. Só recentemente, em 1982 e 1990 é que foram definidos os valores máximos limite do nível sonoro em zonas residenciais e em zonas de estaleiro. Os limites estabelecidos nesses regulamentos são os referidos nos Quadros nº 4.17 e nº 4.18. (5)



O valor limite de emissão sonora do equipamento Bate-Estacas, para o período nocturno, correspondente à zona de estaleiros, não está definido, dado que não é permitida a sua laboração neste período.

Local	$L_{eq}$ , valor máximo em dB(A)	
	Período Diurno	Período Nocturno
Zona Residencial Calma	50	40
Zona Residencial, Cultural e Escolar	55	45
Zona Residencial incluída em Zona Industrial e de Serviços	60	50
Zona Industrial	65	55
Zona próxima de grandes eixos viários	70	55

QUADRO Nº 4. 17 - VALORES MÁXIMOS ADMITIDOS PELA LEGISLAÇÃO DA REPÚBLICA POPULAR DA CHINA PARA O RUÍDO AMBIENTAL, FUNÇÃO DO TIPO DE LOCAL

Tipo de Trabalho	Principal Fonte Ruidosa	$L_{eq}$ , valor máximo em dB(A)	
		Dia	Noite
Escavações	Bulldozer, escavadora,...	75	55
Estacaria	Bate-Estacas	85	-
Estruturas	Betoneira, vibrador, serra eléctrica	70	55
Alvenarias e Acabamentos	Grua, Elevadores	65	55

QUADRO Nº 4. 18 - VALORES MÁXIMOS ADMITIDOS PELA LEGISLAÇÃO DA REPÚBLICA POPULAR DA CHINA PARA ZONAS DE ESTALEIRO, FUNÇÃO DO TIPO DE TRABALHO

#### 4.3.13 - ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Considerado um dos mais importantes factores de incómodo, o ruído de tráfego rodoviário tem sido tratado com algum cuidado pelas entidades estaduais americanas, no sentido de proteger as populações dos seus efeitos potencialmente negativos.

Como forma de uniformizar os procedimentos em todos os estados, a *Federal Highway Administration* (FHWA) preparou um conjunto de normas para análise e redução dos níveis sonoros, tanto durante a fase de construção como de exploração, a serem utilizados pelas autoridades dos diferentes Estados (8).





Na avaliação do Impacte Sonoro provocado pela nova via devem ser consideradas as variações do fluxo de tráfego no tempo e analisada a reacção das pessoas a essas variações.

O parâmetro usado para descrever as pontas de ruído rodoviário, correspondentes à passagem de pesados ou a grandes concentrações de veículos é o  $L_{10}$  obtido para um período de 1 hora ou para um período de 24 h. O tempo de medição varia entre estes dois extremos e depende das exigências dos Estados onde se realizará a estrada.

No caso de situações em que o fluxo de veículos é baixo ou quando a circulação de veículos não é constante, este descritor revela-se inadequado e as autoridades optam por um descritor temporal,  $L_{eq, 1 \text{ hora}}$  expresso em dB(A).

A utilização deste descritor é vantajosa por várias razões, pode ser facilmente trabalhado a nível informático, a regularidade do fluxo de tráfego não é importante e a combinação do ruído produzido pelas diferentes fontes é facilmente conjugada. Há, no entanto, uma desvantagem deste parâmetro que se prende com o facto de ser muito sensível a ruídos isolados com um nível sonoro elevado e não corresponder, nessas situações particulares, à resposta do receptor humano a tal estímulo sonoro.

É ainda referida a relação entre o  $L_{eq, 1 \text{ hora}}$  e o  $L_{10, 1 \text{ hora}}$  em dois casos distintos: numa situação em que o fluxo de veículos é contínuo, na qual a diferença entre os dois parâmetros varia entre 2 e 4 dB(A) e noutra, quando o tráfego médio diário é baixo, o que implica que o  $L_{eq, 1 \text{ hora}}$  seja por vezes superior ao  $L_{10, 1 \text{ hora}}$  dada a sua sensibilidade a eventos pontuais.

Seguidamente, é descrito o método usado para avaliação de Impacte Sonoro nos EUA recomendado pela FHWA (8).

O trabalho deve-se iniciar com uma identificação das actividades e fontes de ruído existentes no local e do tipo de utilização prevista que possam vir a ser afectadas pelo ruído de tráfego rodoviário.

O passo seguinte consiste na previsão dos níveis sonoros gerados pelo fluxo de tráfego esperado para a nova via, que se deve fundamentar nos pressupostos admitidos pelo Modelo de Previsão da FHWA e nos níveis de emissão sonora publicados pela FHWA ou pelas autoridades estaduais.





A fase seguinte dos estudos consiste na determinação dos níveis sonoros iniciais. Essa avaliação deve ser realizada em pontos representativos das áreas sensíveis ao ruído identificadas no início do trabalho e servirá fundamentalmente para quantificar os impactos e para averiguar a fiabilidade dos sistemas de atenuação sonora implementados.

A escolha dos pontos deve atender à localização dos locais afectados, representar a actividade humana típica da região e situar-se fora do alcance de fontes sonoras perturbadoras como saídas de condutas de ar condicionado, máquinas agrícolas, animais ruidosos, enfim todos os tipos de ruído que são transitórios e não se enquadram no ambiente habitual corrente da zona.

As medições devem ser realizadas durante o período diurno, de forma a permitir a obtenção dos valores máximos de ruído local, durante os períodos mais incómodos para os diferentes tipos de ocupação da área e durante um período de 24 horas, pelo menos num local, para analisar a flutuação dos níveis sonoros ao longo de todo o dia.

O Impacte Sonoro ocasionado pela passagem da nova via é determinado de acordo com dois critérios:

- A comparação entre os níveis sonoros estimados e os resultantes da campanha de medições;
- A comparação entre os níveis sonoros estimados e os limites impostos pela utilização das áreas afectadas.

O primeiro critério, de acordo com as normas da FHWA, determina que existe impacte sempre que o nível de ruído previsto para a nova via seja "substancialmente superior" ao inicial. Como a FHWA não define o termo "substancialmente superior", as autoridades estaduais estabeleceram um intervalo de acréscimo do nível sonoro entre 5 e 15 dB(A), para avaliar esse impacte, optando, na maior parte dos casos, por considerar 10 dB(A) como o valor a adoptar.

O segundo critério, baseado no tipo de uso existente e previsto para as zonas atravessadas, implica o respeito dos níveis sonoros máximos admissíveis para cada actividade, conforme indicado no Quadro nº 4.19.





As categorias A, B e C referem-se a actividades desenvolvidas no exterior, a categoria D corresponde a locais sem ocupação, para os quais não estão definidos Valores Limite e a categoria E destina-se a actividades que ocorrem no interior dos edifícios, sem qualquer tipo de actividade exterior nas zonas próximas da estrada.

Tipo de Actividade	Valor máximo em dB(A)		Descrição do Tipo de Actividade
	$L_{eq, 1 \text{ hora}}$	$L_{10, 1 \text{ hora}}$	
A	57 (no exterior)	60 (no exterior)	Locais onde o silêncio e calma são de extraordinária importância, servindo uma necessidade pública e nos quais a preservação dessas qualidades, se se mantiver o tipo de ocupação inicial é indispensável
B	67 (no exterior)	70 (no exterior)	Zonas de Lazer e Recreio, Desportivas, Residenciais, Escolares, Religiosas, Hospitalares, de Hotelaria, Parques e Bibliotecas
C	72 (no exterior)	75 (no exterior)	Zonas Urbanizadas, Propriedades e Actividades não incluídas nas categorias A e B
D	-	-	Zonas não Urbanizadas ou Ocupadas
E	52 (no interior)	55 (no interior)	Zonas Residenciais, de Hotelaria, Escolares, Religiosas, Hospitalares, Locais de Reuniões Públicas, Auditórios e Bibliotecas

QUADRO Nº 4. 19 - CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS FACE AO RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO ADOPTADA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, FUNÇÃO DO TIPO DE ACTIVIDADE

Nos locais onde se identificaram impactes significativos no ambiente sonoro, devem ser definidos meios para reduzir ou eliminar esse impacte. Os objectivos das autoridades para redução do nível sonoro neste domínio situam-se entre os 5 e os 10 dB(A) e variam em função das condições do local e do nível sonoro estimado.

As medidas de minimização consideradas pela FHWA para reduzir o incómodo provocado pela construção da estrada nos receptores marginais são:





- a) Construção de Barreiras Acústicas, se necessário com aquisição de terrenos;
- b) Alteração do perfil longitudinal da estrada;
- c) Aquisição dos terrenos limítrofes à estrada para constituírem zonas de dissipação do ruído;
- d) Condicionamento de tráfego no que diz respeito ao tipo de veículos autorizados, à velocidade máxima permitida e à restrição no horário de circulação rodoviária;
- e) Isolamento de Fachada dos edifícios públicos;
- f) Isolamento de edifícios privados, quando as outras medidas preconizadas forem insuficientes ou quando não se justifiquem por razões de ordem económica.

No que se refere ao ruído durante a fase de obra, a FHWA não tem um critério de actuação definido, pelo que as autoridades estaduais utilizam os Valores Limite impostos na Classificação dos Locais para avaliar o impacte provocado durante a construção da via.

Para desenvolver esta alínea do estudo os projectistas devem começar por identificar as zonas que podem vir a estar sob a influência do ruído de construção. Seguidamente, são determinadas as medidas de minimização ou eliminação do ruído da fase de obra, ponderando a relação custo/benefício.

#### 4.3.14 - OUTROS PAÍSES

Relativamente ao panorama de legislação acústica a nível internacional, podemos referir um excerto dos dados recolhidos por Gottlob (43) no que diz respeito aos parâmetros acústicos medidos e aos limites impostos para o Ruído de Tráfego Rodoviário, relativamente aos diferentes períodos do dia, que são indicados no Quadro nº 4.20.



Valores em dB(A)					
País	Parâmetro		Período		
			Diurno	Intermédio	Nocturno
Austrália	$L_{10-18h}$	- Novas estradas	60		55
		- Estradas existentes	65		
Áustria	$L_{eq}$	- Planeamento de novas estradas	50-55		40-45
		- Estradas existentes	65		
Canadá	$L_{eq}$	- Novas áreas residenciais	55		50
Hongkong	$L_{10}$	- Planeamento de novas áreas residenciais	70		
Japão	$L_{50}$	- Estradas	55-60	50-55	45-50(*)
Coreia	$L_{eq}$	- Ambiente sonoro	65		55

QUADRO Nº 4. 20 - RESUMOS DE REGULAMENTAÇÃO SOBRE O RUÍDO RODOVIÁRIO EM VÁRIOS PAÍSES

(\*) De acordo com o trabalho apresentado por Kabuto & Kageyama (10) estes limites impostos em 1971 na legislação japonesa foram alterados, de acordo com os parâmetros ambientais actuais, para 40 dB(A), melhorando-se assim a qualidade de ambiente sonoro nocturno no país.

#### 4.4 - Normalização Nacional

A normalização existente, neste momento, em Portugal não é especificamente dedicada ao caso do ruído rodoviário, apesar de ser perfeitamente aceitável a sua utilização. A Norma Portuguesa NP 1730 - *Grau de Reacção Humana ao Ruído*, destina-se a estimar o grau de reacção de indivíduos expostos a ruídos, quer no interior quer no exterior de edifícios destinados a diversos tipos de ocupação.

Nesta norma são definidos alguns procedimentos a observar relativamente às condições de medição, tanto para o interior como no exterior dos edifícios.

Actualmente está em elaboração a revisão da presente norma, tendo em vista adaptar e transpor para a normalização nacional a ISO 1996, de acordo com as condições específicas de Portugal.



#### 4.5 - Normalização Internacional

A nível Internacional existem algumas normas de aplicação obrigatória ou compatível com o Ruído Rodoviário.

A ISO 1996 - *Descrição e Medição do Ruído Ambiente* (88, 89, 90, 1), está dividida em três partes, cada uma das correspondente a uma fase específica do estudo do ambiente sonoro, sendo aplicável a sons provenientes de todos os tipos de fonte, actuando em conjunto ou de forma isolada.

A 1ª parte - *Grandezas Fundamentais e Procedimentos*, corresponde à definição das grandezas básicas a serem usadas na caracterização do ruído ambiental em comunidade e descreve os procedimentos básicos a observar para determinação dessas quantidades básicas.

A 2ª parte - *Recolha de Dados relevantes para o Uso do Solo*, descreve os métodos a usar para medir e caracterizar o ruído ambiental relevante, permitindo às autoridades estabelecer um sistema para seleccionar o tipo de uso geral do solo apropriado às condições de ambiente sonoro existentes em cada local.

A 3ª parte - *Aplicação aos Limites de Ruído*, indica os procedimentos a observar para a definição dos limites de nível sonoro de acordo com o tipo de utilização previsto num dado local e as medidas a considerar para verificar o cumprimento de tais limites.

Existem ainda alguns países com normalização específica na área do Ruído, como a França que têm uma série de normas - NF S 31 (92, 93, 94), dedicadas a esta matéria, onde indicam quais os parâmetros acústicos mais relevantes para cada uma das situações em análise, estabelecem a duração dos período de medição, de acordo com o parâmetro acústico considerado, indicam os valores máximos aconselhados para cada um dos tipos de utilização/ocupação do solo.

A norma francesa NF S 31-010: *Caracterização e Medição de Ruído Ambiente - Reacção ao ruído em zonas de habitação*, estabelece as condições de medição, nomeadamente no que se refere à escolha do equipamento a utilizar, aos procedimentos dos trabalhos de campo, à duração do período de medição, a forma de tratamento dos resultados e indica quais são os Valores





Limite aconselháveis para o ruído ambiente de acordo com o tipo de ocupação dos diferentes locais.

A norma francesa NF S 31-085: *Caracterização e Medição do Ruído Ambiente - Ruído de Circulação Rodoviária*, especifica os métodos de medição de ruído emitido pela circulação de veículos numa via de circulação existente.

A norma define as condições de medição, as características do terreno a descrever, as condições meteorológicas e as características do tráfego.

A norma francesa NF S 31- 110: *Caracterização e Medição do Ruído Ambiente - Grandezas Fundamentais e Métodos de Avaliação*, indica todas os parâmetros, grandezas e métodos de avaliação do ambiente sonoro de um dado local.





## 5- MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, UTILIZADOS EM PORTUGAL

### 5.1 - Generalidades

Da análise de inúmeros Estudos de Impacte Ambiental (EIA) elaborados para a JAE, por diferentes projectistas, concluiu-se que existem cinco métodos de avaliação do Impacte Sonoro de uma nova via na área urbana envolvente.

Neste capítulo os diversos métodos, designados por Método M1, M2, M3, M4 e M5, serão analisados segundo as fases correspondentes ao desenvolvimento do Estudo de Impacte Sonoro, indicadas nos EIA em que participaram, nomeadamente:

- Caracterização da Situação de Referência;
- Determinação dos Impactes Ambientais;
- Determinação das Medidas de Minimização;
- Estudo Específico de Barreiras Acústicas.

Os EIA analisados estão estruturados de acordo com o Decreto-Lei nº 186/90 e Decreto-Regulamentar nº 38/90, respectivamente de 6 de Junho e 27 de Novembro. Além do indicado no corpo destes decretos e demais legislação em vigor, os EIA elaborados para a JAE e para a BRISA têm de obedecer aos Cadernos de Encargos levado a concurso.

A legislação específica a aplicar no decore dos estudos referentes à área sectorial do ruído é o Regulamento Geral sobre o Ruído (RGR), que permite fazer a Classificação Ruidosa dos locais (art. 4º), avaliar a Incomodidade provocada pela exploração da nova estrada (art. 20º) e analisar as medidas de minimização a implementar, de forma a garantir a utilização das zonas limítrofes da via existentes e previstas (art. 28º).

Embora se tenha feito referência a estes três artigos do RGR como sendo fundamentais para avaliar a qualidade do ambiente sonoro futuro, são notórias as diferenças de opinião entre projectistas quanto à sua





interpretação, principalmente no que se refere à aplicação ou não do seu art. 20º, incluído no Capítulo das “Actividades Ruidosas”, às novas vias de tráfego rodoviário, em simultâneo com o art. 28º, incluído no capítulo “Tráfego”.

Alguns projectistas defendem que a exploração de uma via de tráfego se pode identificar como uma actividade ruidosa e, na sua análise de impacte ambiental, utilizam por isso o art. 20º, determinando a diferença entre os níveis sonoros correspondentes ao ruído perturbador ( $L_{eq}$ ) e ao ruído de fundo ( $L_{95}$ ) e verificando se é superior a 10 dB(A).

A avaliação dos impactes resulta então de uma análise dual, em que é tida em consideração, não só Classificação Ruidosa dos Locais e a sua possível alteração (art. 28º) como também o Critério de Incomodidade subjacente à existência de uma actividade ruidosa (art. 20º).

Os outros projectistas resumem o seu estudo à análise dos locais afectados, de forma a não permitir que o nível sonoro, exigido pela actividade que se desenvolve no local, seja superior ao fixado pela legislação em vigor (art. 28º), argumentando que se existe um capítulo específico na legislação dedicado às Vias de Tráfego, nada justifica a aplicação de outros artigos que não dizem respeito, directamente, à situação em análise.

Actualmente, os projectistas que trabalham para a JAE e BRISA, na elaboração dos EIA, têm de verificar os requisitos incluídos nos seus Cadernos de Encargos.

Relativamente à JAE, o seu Caderno de Encargos de EIA (2), no que se refere ao Ruído de Tráfego Rodoviário, segue os seguinte procedimento:

*“Os Estudos de Impacte Ambiental (EIA) deverão ter em conta o Decreto-Lei nº 186/90 de 6 de Junho e o Decreto Regulamentar nº 38/90 de 27 de Novembro.*

...

A. Relatório Final

...

4. SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

...

4.7 - Ruído

*O Estudo tomará como base a Situação de Referência caracterizada através de medições in situ das características actuais da componente acústica do ambiente, a comparar com aquelas que esta componente*



assumirá para as condições de funcionamento da via no horizonte temporal considerado.

...

#### 5. ANÁLISE DE IMPACTES AMBIENTAIS

Deverão ser identificados os potenciais efeitos introduzidos pelo projecto, na sua quantificação, ou seja predição da sua magnitude e avaliação do seu significado (importância).

Deverão ser identificados e especificados, quer os impactes negativos quer os impactes positivos, relativos às fases de construção e operação.

Serão estudados os diferentes tipos de impactes, cobrindo os tópicos que se discriminam em seguida, sem prejuízo de outros que se venham a revelar necessários.

...

#### 5.7 - Ruído

Considerar o conjunto de requisitos a satisfazer constantes do Quadro nº 5.1, o qual respeita os seguintes princípios gerais:

- A integração do ruído de funcionamento das vias de tráfego, na componente acústica do ambiente não poderá determinar, relativamente à Situação de Referência, mudança na classificação do local de acordo com o artigo 4º do Dec.Lei 251/87 (24 de Junho);
- Relativamente aos locais "Pouco Ruidosos", a eventual elevação do nível sonoro ambiente no Ano Horizonte de Projecto, relativamente à Situação de Referência, deverá respeitar o estabelecido nos artigo 20º do diploma legal referido.

Locais	Avaliação de Impactes
Locais muito ruidosos Diurno: $L_{50} > 75 \text{ dB(A)}$ Nocturno: $L_{50} > 65 \text{ dB(A)}$	$L_{50} (p) \leq L_{50} (r)$
Locais ruidosos Diurno: $65 \text{ dB(A)} < L_{50} \leq 75 \text{ dB(A)}$ Nocturno: $55 \text{ dB(A)} < L_{50} \leq 65 \text{ dB(A)}$	$L_{50} (p) \leq L_{50} (r)$ $L_{50} (p-a) \leq 75 \text{ dB(A)}$
Locais pouco ruidosos Diurno: $L_{50} \leq 65 \text{ dB(A)}$ Nocturno: $L_{50} \leq 55 \text{ dB(A)}$	$L_{50} (p) \leq 65 \text{ dB(A)}$ $L_{eq} (p) - L_{95} (r) \leq 10 \text{ dB(A)}$

QUADRO Nº 5.1 - ANÁLISE DE IMPACTES AMBIENTAIS



- L50 (p) - *Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 50% do período de tempo considerado, do ruído cujo impacte se pretende avaliar*
- L50 (r) - *Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 50% do período de tempo considerado, do ruído ambiente correspondendo à situação de referência*
- L50 (p-a) - *Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 50% do período de tempo considerado, correspondente ao ruído ambiente integrando o ruído cujo impacte se pretende avaliar*
- Leq (p) - *Nível sonoro contínuo equivalente do ruído cujo impacte se pretende avaliar*
- L95 (r) - *Nível sonoro com probabilidade de ser excedido em 95% do período considerado, para a situação de referência*

...

#### 6. MEDIDAS MINIMIZADORAS E IMPACTES RESIDUAIS

*Deverão ser identificadas, localizadas e justificadas as medidas necessárias à minimização de todos os impactes significativos previstos e avaliados os impactes residuais. Estas medidas deverão ser compatibilizadas com o projecto rodoviário e sempre que seja necessário, ser acompanhadas dos respectivos projectos, por forma a que sejam exequíveis.*

*Sem prejuízo de outras situações que se possam revelar importantes para o presente estudo, deverão ser analisados:*

...

#### 6.7 - Ruído

*Elaboração de listagem e localização em planta dos locais onde se estima que os requisitos a satisfazer constantes do Quadro nº 5.1 (item 5.7) não serão satisfeitos, colocando a necessidade de adopção de medidas de mitigação da severidade do impacte na componente acústica do ambiente e justificação dos tipos de medidas a implementar*

*Calendarização e horários de trabalho adequados”*

Relativamente ao seu Caderno de Encargos de EIA (3), a BRISA estabelece para a elaboração dos EIA relativos aos seus Projectos Rodoviários, as seguintes regras de actuação:

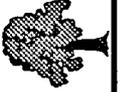
*“Consideram-se documentos fundamentais a observar na elaboração do Relatório, dos quais o projectista declara ter perfeito e completo conhecimento:*

...

- b) *Decreto-Lei nº 186/90 de 6 de Junho, assim como toda a legislação nacional actualmente em vigor ou que venha a entrar em vigor durante a execução do estudo, relacionada com esta matéria.*

...





*Na elaboração e apresentação do Relatório observar-se-ão, duma maneira geral, as disposições previstas na "Compilação de Directrizes para Estudos de Impacte Ambiental" da autoria da Direcção Geral da Qualidade do Ambiente ..."*

Nesta compilação da actual Direcção Geral do Ambiente, relativamente à área sectorial do Ruído, é indicado o seguinte procedimento:

*"O relatório-síntese conterà os seguintes elementos, resumidos a partir do conjunto da informação disponível:*

...

III) *Situação de Referência da região e suas perspectivas de evolução, no respeitante ao sistema biofísico, económico e sócio-cultural (Ver ponto 6);*

IV) *Impactes positivos e negativos sobre o ambiente originados pelo projecto, com especial atenção à qualidade de vida das populações e à salvaguarda dos recursos naturais e equilíbrio ecológico; interrelações entre os diferentes impactes, medidas mitigadoras dos impactes negativos e monitorização (Ver ponto 7);*

...

VI) *Análise comparativa das diferentes alternativas, incluindo a "Opção Zero" (não execução do projecto), salientando as vantagens e desvantagens determinantes de cada uma (Ver ponto 9);*

...

#### 6. SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

*Neste ponto descreve-se o estado do ambiente (sistema biofísico, sócio-económico e cultural), seus antecedentes e perspectivas de evolução. Será estudada a área envolvente do projecto, até onde se façam sentir os seus efeitos (note-se que tal envolvente não é necessariamente idêntica para os diferentes factores considerados). Serão estudados em profundidade apenas os factores que de algum modo possam afectar ou ser afectados, directa ou indirectamente, pelo projecto; em particular tomar-se-á atenção aos factores implicaods nos impactes ambientais referenciados no ponto 7.*

...

6.7 - *Outros factores de qualidade do ambiente .*

...

b) *Níveis e causas de ruído e vibrações*

...

#### 7 - ANÁLISE DOS IMPACTES AMBIENTAIS

*Serão descritos e comparados os impactes para as várias alternativas (incluindo a "Opção Zero"), com ênfase nas acções potencialmente geradoras de graves danos para o ambiente, e numa perspectiva evolutiva da situação. Isto é, o estudo dos*



impactes tomará como referência principal, não a situação actual, mas sim uma situação em evolução no futuro.

Serão considerados quer os impactes positivos quer os negativos, relativos às fases de pré-construção, construção, operação e desactivação. Em caso de informação insuficiente, deverá ser claramente dito até que ponto as previsões se baseiam em julgamentos subjectivos.

Os diferentes impactes serão tratados nos seguintes aspectos:

- I) Magnitude, efeitos e importância dos diferentes impactes, a curto e a longo prazo;
- II) Interações entre os diferentes impactes, nomeadamente efeitos cumulativos, indirectos e sinérgicos;
- III) Medidas mitigadoras dos impactes negativos: opções existentes, respectivos custos, vantagens e desvantagens;
- IV) Sistemas de controlo e monitorização: opções, custos, vantagens e desvantagens

Serão estudados os tipos de impactes cobrindo os tópicos que se discriminam em seguida (sem prejuízo de outros que se venham a revelar necessários).

...

- d) Medidas mitigadoras dos impactes sobre o ar e ruído; dispositivos internos nos motores e equipamentos, para eliminação da poluição na fonte; escolha de calendários e horários de trabalho adequados; barreiras e cortinas, vegetais ou construídas, de isolamento da instalação; medidas de isolamento sonoro dos edifícios próximos; etc;
- e) Redes de monitorização das emissões atmosféricas, qualidade do ar e ruído; eventual beneficiação da rede meteorológica."

Após esta síntese das principais considerações dos Cadernos de Encargos de EIA, tanto da JAE como da BRISA, entidades para as quais são elaborados estudos referentes a Projectos Rodoviários que necessitam de processo de Avaliação de Impacte Ambiental, passar-se-á à descrição das metodologias de trabalho utilizadas pelas equipas projectistas que cooperam nesses trabalhos.



## 5.2 - Método M1

### 5.2.1 - Introdução

A descrição deste método baseou-se na análise de diversos EIA elaborados, nomeadamente (28, 29, 30, 58).

Este método é utilizado por algumas equipas que apenas consideram a alteração da Classificação Ruidosa dos Locais como o critério mais significativo no que se refere à avaliação do Impacte Sonoro no meio envolvente, em resposta ao indicado no art. 28º do RGR.

A aplicação do art. 20º do RGR pelos projectistas que seguem o método M1, só se limita à fase de Construção da Estrada, durante a qual o funcionamento dos diversos equipamentos e máquinas se revela muito perturbador.

Estes projectistas não aplicam o actual RGR (77), elaborando o seu estudo com base no texto actual do Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído (87), utilizando o parâmetro  $L_{eq}$  em oposição ao  $L_{50}$ .

### 5.2.2 - Caracterização da Situação de Referência

#### 5.2.2.1 - Situação Inicial

O Estudo de Impacte Sonoro inicia-se com a análise da zona em que se vai inserir a estrada, identificando vários sectores ambientais para caracterização da situação existente antes da implantação da estrada.

A avaliação é feita através de medições do ruído, no período diurno, em diversos pontos do traçado (se o projecto está em fase de Projecto de Execução) ou dos corredores previsíveis para o traçado (na fase de Estudo Prévio).

A escolha dos locais de medição e a definição da zona de influência do traçado é determinada em função do posicionamento das edificações relativamente à plataforma da estrada e da distância previsível da isófona dos 65 dB(A), em fase de exploração, para o ano horizonte de projecto, correspondente ao  $L_{eq}$  do período diurno.

Os parâmetros medidos são o  $L_{eq}$ , o  $L_{50}$  e o  $L_{95}$ .





Os dados obtidos vão permitir a classificação dos locais face ao ruído, segundo o art. 4º do Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído (PN-RGR) em Pouco Ruidosos, Ruidosos e Muito Ruidosos e a análise do tipo de actividades existentes, para a avaliação da susceptibilidade ao ruído que poderá advir da construção e exploração da nova via em estudo (habitação, escola, hospital, centro de terceira idade, agrícola, etc.) e, eventualmente, inviabilizar a passagem da nova estrada nesse local.

O parâmetro utilizado para esta classificação é o  $L_{eq}$ . De acordo com o projectista, o  $L_{eq}$  é aquele que melhor se identifica com a sensação auditiva do receptor e, portanto, o que deve ser avaliado para a classificação dos locais.

Assim, a classificação ruidosa dos locais processa-se segundo os limites indicados no Quadro nº 5.2.

Classificação	Período Diurno
Local Pouco Ruidoso	$L_{eq} \leq 65 \text{ dB(A)}$
Local Ruidoso	$65 < L_{eq} \leq 75 \text{ dB(A)}$
Local Muito Ruidoso	$L_{eq} > 75 \text{ dB(A)}$

QUADRO Nº 5. 2 - CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS FACE AO RUÍDO (MÉTODO M1)

#### 5.2.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto

Finda a primeira fase, o estudo acústico faz a previsão da evolução dos níveis de ruído ambiente para o ano horizonte de projecto, mas considerando a não construção da via, ou seja, idealiza uma situação em que a alteração dos níveis sonoros locais se deve apenas ao desenvolvimento futuro da região ou ao seu declínio, para caracterização da Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto.

Na maior parte dos casos o projectista admite que o ruído para a Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto é da mesma ordem de grandeza do da Situação de Referência Inicial, tecendo alguns comentários sobre o desenvolvimento da região, mas afirmando que a não consideração dessa evolução, à qual corresponderá alteração no nível sonoro ambiente, está do lado da segurança para o receptor.





## 5.2.3 Determinação dos Impactes Ambientais

### 5.2.3.1 - Generalidades

A etapa seguinte consiste na previsão dos níveis de ruído esperados com a implantação da nova via que, com o possível aumento de tráfego e a nova direccionalidade dos fluxos gerados, vai, provavelmente, criar situações de incomodidade sonora nas populações que marginam a estrada e naquelas que, embora não estando em contacto directo com esta, vão deixar de usufruir de um ambiente mais silencioso, possivelmente só com ruídos naturais ou outros ruídos longínquos, para terem o ruído proveniente das novas vias e outras actividades ruidosas que surjam devido à sua existência.

O parâmetro descritor da nova situação, utilizado pela equipa projectista é o  $L_{eq}$ , para o qual faz previsões com uma periodicidade decenal entre o ano de abertura previsível ao tráfego e o Ano Horizonte de Projecto.

A avaliação da situação ruidosa do local é distinta consoante a etapa em que é realizada, dependendo fortemente da natureza das fontes sonoras em causa. Assim, o EIA divide-se em duas fases:

- Fase de Construção;
- Fase de Exploração.

### 5.2.3.2 - Fase de Construção

Para esta fase, a equipa projectista faz uma previsão do tipo de operações e equipamentos a utilizar na construção da nova via e uma projecção dos níveis sonoros que se podem atingir com essas operações.

Esta projecção tem por base a experiência de outros países nesta matéria e é obtida por comparação entre o tipo de operações a realizar e os equipamentos necessários para a sua concretização e os níveis sonoros indicados como reais por esses países de referência.

Para este tipo de ruídos a equipa projectista entende ser aplicável o exposto no art. 20º do RGR (capítulo Actividades Ruidosas) prevendo, por isso e quando necessário, a adopção de medidas de minimização.





### 5.2.3.3 - Fase de Exploração

Para esta avaliação os projectistas do estudo acústico contam com o auxílio do estudo de tráfego, entretanto realizado pelos especialistas nesta matéria, que lhes indica o volume de tráfego médio diário esperado, a sua repartição por classes de veículos (refere três classes - ligeiros, comerciais ligeiros e pesados), a distribuição do tráfego pelas faixas de rodagem (sentidos) e pelas diferentes vias - uma ou mais vias em cada faixa - e a velocidade de circulação previsível (não a velocidade de projecto, normalmente inferior à realmente praticada pelos condutores).

Tendo por base o pressuposto pelo CETUR (Centre d'Études des Transports Urbains - Lyon) (4), o tráfego médio diário (TMD), indicado no Estudo de Tráfego, é concentrado em 17 horas do dia, obtendo-se o tráfego médio horário ( $TMH = TMD / 17$ ) que será utilizado para calcular o nível sonoro previsível ao longo do traçado.

O novo ambiente sonoro é calculado com auxílio informático, utilizando um programa de origem americana - WYLE® - que envolve todas as variáveis a seguir referidas, com grande influência nas previsões que se querem efectuar.

O nível sonoro previsível é obtido por consideração do tráfego (total de veículos, percentagem de pesados e veículos especiais), das características geométricas da estrada (perfil transversal, largura das faixas de rodagem, inclinação em perfil longitudinal e número de vias existentes em cada faixa) e da velocidade de circulação prevista.

O tráfego é dividido igualmente por ambos os sentidos de circulação e, quando existe mais de uma via por cada faixa de rodagem, é atribuída uma percentagem de tráfego a cada via, concentrando os veículos pesados na(s) via(s) mais exterior(es).

Por exemplo, para 2\*2 vias será feita uma atribuição de tráfego, conforme a indicada na Figura nº 5.1.



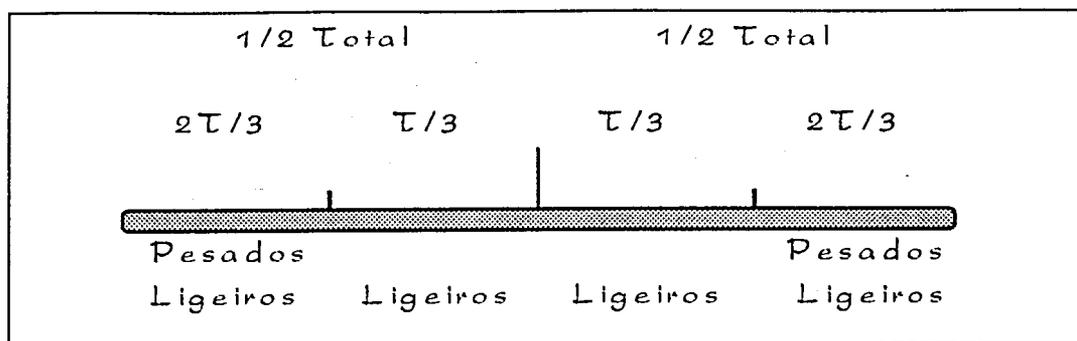


FIGURA Nº 5. 1 - EXEMPLO DE DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS PELAS FAIXAS E VIAS DE RODAGEM, NUMA SITUAÇÃO DE 2\*2 VIAS

Desta atribuição resultará o nível sonoro global num dado ponto que é obtido pela soma logarítmica das diversas fontes (uma por cada via), considerando a reflexão das ondas sonoras nos diversos obstáculos, a absorção do som pelo ar e pelo solo existente entre os dois locais (esta aproximação pode levar a erros, pois não é rara a futura substituição do tipo de solo inicial por parques de estacionamento ou locais de lazer que são revestidos com materiais mais reflectores, não se mantendo as características iniciais de absorção do solo).

#### 5.2.4 - Determinação das Medidas de Minimização

##### 5.2.4.1 - Estudo Prévio

Se o projecto está na fase de Estudo Prévio, o EIA na área sectorial do ruído, vai identificar as zonas que necessitam de Medidas de Minimização e avaliar a qualidade sonora de cada um dos corredores propostos.

A qualidade acústica dos diferentes corredores estudados é determinada pela localização dos diferentes tipos de ocupação relativamente à estrada, pela sua sensibilidade ao ruído e pela facilidade em implementar medidas de minimização. A conclusão desta análise vai indicar qual a solução mais aconselhável sob o ponto de vista acústico.

##### 5.2.4.2 - Projecto de Execução

Se o estudo se encontra na fase de Projecto de Execução, a próxima etapa consiste na identificação dos locais sujeitos a níveis sonoros



não compatíveis com a sua utilização, provocados pela exploração da estrada, para posterior localização e dimensionamento dos dispositivos de atenuação sonora - *Barreiras Acústicas e/ou Acréscimo de Isolamento de Fachadas*.

Os locais são reavaliados relativamente à nova situação acústica devida à implantação da estrada, verificando-se se houve alteração na sua classificação ruidosa, de acordo com o critério indicado no Quadro nº 5.1 (correspondente ao art. 4º do PN-RGR). Se essa alteração ocorreu, ou seja, se o  $L_{eq}$  previsto ultrapassou os limites definidos para a classe inicial da zona, então será necessário prever medidas de minimização para lhe devolver a anterior designação.

Além da alteração da classificação ruidosa dos locais, o projectista faz ainda uma classificação da importância dos Impactes Sonoros gerados pela nova estrada, de acordo com o nível sonoro que prevê para a zona em análise, provocado pelo tráfego de passagem.

A importância dos Impactes Sonoros é, segundo este projectista, determinada pelo critério indicado no Quadro nº 5.3.

Tipo de Impacte	Período Diurno
Impacte Não Significativo	$L_{eq} \leq 65 \text{ dB(A)}$ $64 \text{ dB(A)} \leq L_{eq} \leq 65 \text{ dB(A)}$ - Monitorização
Impacte Significativo	$65 \text{ dB(A)} \leq L_{eq} \leq 75 \text{ dB(A)}$
Impacte Muito Significativo	$L_{eq} > 75 \text{ dB(A)}$

QUADRO Nº 5.3 - CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTES SONOROS (MÉTODO M1)

De acordo com o Impacte Sonoro provocado pela nova via, a localização dos diferentes tipos de dispositivos de protecção sonora é feita tendo em consideração a necessidade de atenuação a introduzir e a relação custo-benefício. Isto significa que não é economicamente viável a utilização de barreiras acústicas para proteger, por exemplo, uma habitação isolada, sendo preferível optar por uma solução de *Acréscimo de Isolamento de Fachada* (colocação de segunda janela ou vidro duplo com tratamento acústico de entradas de ar adicionais para manter os níveis de ventilação anteriores).



Quando já existe um número significativo de habitações atingidas, as *Barreiras Acústicas* são os elementos utilizados para reduzir os efeitos sonoros nefastos gerados com a circulação do tráfego na nova via.

### 5.2.5- Estudo Específico de Barreiras Acústicas

O dimensionamento da altura, extensão e constituição das *Barreiras Acústicas* é elaborado em função da atenuação sonora a introduzir, necessária para permitir que o local mantenha a sua classificação face ao ruído, da localização das construções a proteger (se estão só de um lado da estrada ou dos dois), do perfil transversal tipo na zona (aterro, escavação ou de nível) e do tipo de revestimento do solo existente entre a estrada e as construções em causa.

Todo o processo de dimensionamento e optimização das *Barreiras Acústicas* é feito com recurso a programa informático de origem norte-americana - WYLE® - que considera as variáveis definidas no parágrafo anterior.

A escolha dos materiais a utilizar nas *Barreiras Acústicas* e o tipo de revestimento a aplicar depende da eficácia pretendida, da integração paisagística que cada modelo permite, do campo visual a evidenciar no local, da necessidade de colocar materiais resistentes aos agentes atmosféricos e com boa durabilidade (de forma a não existir perda gradual de propriedades) e cuja manutenção seja fácil de realizar.

## 5.3 - Método M2

### 5.3.1 - Introdução

Este método é utilizado por algumas equipas projectistas que consideram a exploração de uma Via Rodoviária uma *Actividade Ruidosa*, fazendo por isso respeitar, simultaneamente, o indicado no art. 20º do RGR, e no art. 28º do mesmo Regulamento (77), específico para Vias de Tráfego, permitindo uma maior qualidade do ambiente sonoro existente após o início da exploração da nova estrada



Esta actuação contraria a opinião dos projectistas do método M1, que consideram que o actual RGR, no que se refere ao Ruído de Circulação Rodoviária, só contempla a não alteração da Classificação Ruidosa dos locais.

O método a seguir descrito resultou da análise dos EIA disponíveis elaborados por este projectista (18, 19, 40, 43, 45, 57, 62, 70).

### 5.3.2 - Caracterização da Situação de Referência

#### 5.3.2.1 - Situação Inicial

A fase inicial do EIA consiste na análise acústica da zona em que se vai inserir a estrada. Nessa análise caracterizam-se os diferentes tipos de ocupação do solo encontrados ao longo do traçado (zona industrial, agrícola, habitacional, escolar, etc.) e indicam-se as fontes de ruído existentes na proximidade da nova via que possam estar a criar, à data da realização do estudo, situações de incomodidade sonora.

Os locais de medição do ruído, necessários para a avaliação acústica da área, são escolhidos em função do seu posicionamento relativamente à via em estudo, à rede viária local e à sensibilidade ao ruído da sua utilização.

As medições são realizadas num dia útil da semana, no período diurno, com tempos de integração variáveis em função do tipo de sinal acústico recebido, de forma a que este estabilize (segundo o descrito pelo projectista), de acordo com o exposto na norma NP-1730/1981 e indicando as condições climáticas existentes na altura.

Realizadas as medições, em que se utilizaram como parâmetros descritores  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{95}$  e  $L_{eq}$  (expressos em dB(A)), os locais são classificados segundo o art. 4º do RGR em Pouco Ruidosos, Ruidosos e Muito Ruidosos. Esta classificação só abrange o período diurno, afirmando o projectista (sem indicar bases científicas, referências bibliográficas ou dar qualquer explicação) que é de prever que os valores registados no período nocturno sejam inferiores em cerca de 10 dB(A) aos verificados durante o dia.

Seguidamente o projectista analisa os níveis sonoros ao longo do traçado relativamente ao tipo de ruído encontrado, à relação entre os

diferentes parâmetros e o seu significado, e à diferença de valores entre os diversos pontos de medição.

### 5.3.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto

Finda esta primeira fase, o estudo acústico faz a previsão da evolução do ruído ambiente para o ano horizonte de projecto, mas considerando que a estrada não foi construída, ou seja, idealiza uma situação em que a alteração dos níveis sonoros no local se deve apenas ao desenvolvimento da região, para caracterização da Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto. Assim, o projectista considera que os parâmetros acústicos característicos da zona em estudo terão um acréscimo de, aproximadamente, 3 dB(A).

Os parâmetros em análise são o  $L_{eq}$ , o  $L_{50}$  e o  $L_{95}$ .

A fase seguinte consiste na previsão do nível sonoro ambiente que vai ocorrer no local.

### 5.3.3 - Determinação dos Impactes Ambientais

#### 5.3.3.1 - Introdução

O projectista inicia esta etapa com uma análise sumária aos artigos do RGR aplicáveis ao caso das Vias de Tráfego (art. 28º), ao licenciamento de Actividades Ruidosas (art. 20º) e à construção de novos edifícios habitacionais, hospitalares e escolares (art. 4º), referindo que o parâmetro  $L_{50}$  é o usado para a classificação dos locais face ao ruído.

Refere ainda que, no panorama científico mundial, os critérios de incomodidade sonora se baseiam no  $L_{eq}$  e não no  $L_{50}$  e que o valor de 65 dB(A) para o  $L_{eq}$  constitui o limite de incomodidade de uma comunidade ao ruído, afirmando ainda que para um nível de ruído equivalente  $L_{eq}$  inferior a 50 dB(A) não existe incomodidade sem, no entanto, apresentar qualquer justificação ou referência bibliográfica para esta afirmação.

Segundo o projectista, a verificação do art. 28º do RGR, implica que não se altere a classificação ruidosa dos locais afectados pela construção da estrada e sempre que o  $L_{eq}$  ultrapassar os 65 dB(A), em período diurno, se

estabeleçam faixas "Non Aedificandi" para construção de novas zonas habitacionais, hospitalares, escolares ou outras utilizações sensíveis ao ruído.

A análise dos previsíveis valores futuros do ruído rodoviário vai ser dividida em duas fases, compreendendo a primeira a de *Construção*, com um carácter temporal e passível de sofrer restrições a nível de horário de funcionamento e a segunda de *Exploração*, com uma duração permanente e sem possibilidade de controlo sobre o tempo de circulação. O Estudo Acústico, relativo à fase de Exploração, é elaborado para o *Ano Horizonte de Projecto*, sem analisar qualquer ano intermédio.

#### 5.3.3.2 - Fase de Construção

No estudo acústico da *Fase de Construção*, o projectista identifica e localiza, no tempo e no espaço, as diversas operações de construção que constituem fontes de ruído e os equipamentos mais incomodativos, fazendo ainda referência à influência da distância na atenuação deste tipo de poluição sonora, considerada uma fonte emissora de ruído pontual (o nível sonoro equivalente decresce cerca de 6 dB(A) com a duplicação da distância à fonte emissora).

A definição da localização dos estaleiros só é determinada durante a fase de adjudicação da obra (início da construção da via), limitando-se o projectista, aquando da elaboração do Estudo Acústico, a identificar as zonas mais inconvenientes para a sua implantação, devido à proximidade de ocupações sensíveis ao ruído.

#### 5.3.3.3 - Fase de Exploração

Na *Fase de Exploração*, em que o ruído é produzido pelos veículos na sua passagem, o projectista recorre ao Estudo de Tráfego elaborado pelos projectistas da especialidade e aos elementos de traçado como perfil transversal-tipo (largura da estrada, número de faixas de rodagem e vias, etc.), perfil longitudinal, perfil transversal (aterro ou escavação), tipo de pavimento, etc., para com a ajuda do programa informático TRAF® (por ele elaborado) determinar o nível sonoro global nos receptores mais próximos da via.

Do Estudo de Tráfego o projectista retira os elementos relativos ao número de veículos que passarão diariamente na futura via e a sua divisão



por classes - ligeiros, comerciais ligeiros e pesados. De acordo com o preconizado pelo CETUR, determina o tráfego médio horário concentrando a passagem do tráfego médio diário em 17 horas do dia ( $TMH = TMD / 17$ ).

Há referência a uma possível incomodidade sonora adicional devida a horas de ponta que é analisada de forma a minimizar os inconvenientes dos ocupantes das zonas mais próximas da estrada.

A forma de distribuição do tráfego pelas diferentes faixas e vias de rodagem é a indicada na Figura nº 5.1, ou seja, o tráfego é igualmente dividido pelas duas faixas de rodagem e, em cada faixa de rodagem é atribuída uma percentagem de veículos, circulando os pesados na(s) via(s) mais exterior(es) e os ligeiros nas interiores. A velocidade de circulação considerada em cada via depende do tipo de veículos que lá circulam, sendo sempre superior na via da esquerda, onde presumivelmente não circulam pesados.

O projectista refere que para velocidades inferiores a 60 km/h o ruído do motor é predominante e, para velocidades superiores, a interacção pneu-estrada se torna mais relevante.

Os parâmetros para os quais é feita a previsão da evolução são o  $L_{eq}$  e o  $L_{50}$ , em dB(A), que considera serem os mais importantes para a avaliação da situação sonora futura. São apresentados gráficos que mostram a evolução do  $L_{50}$  e do  $L_{eq}$  com a distância, no ano de abertura previsível ao tráfego e no ano horizonte de projecto.

A evolução dos valores para os parâmetros  $L_{eq}$  e  $L_{50}$ , tem em consideração o tráfego rodoviário, a distribuição de velocidade, a densidade de fluxo, a percentagem de pesados e os efeitos de atenuação sonora por absorção na atmosfera, em alguns casos é considerada a atenuação proporcionada pelas condições topográficas do local e pela geometria da estrada.

O estudo dos parâmetros  $L_{eq}$  e  $L_{50}$  só é efectuado para o período diurno. Para o período nocturno, o projectista considera uma redução de aproximadamente 10 dB(A) em relação ao período diurno, sem apresentar qualquer tipo de justificação.

Tendo a evolução do  $L_{50}$  e do  $L_{eq}$ , o projectista inicia a avaliação do impacte sonoro provocado pela implantação da estrada nos diferentes locais identificados como sensíveis pela comparação dos valores do  $L_{50}$  na Situação



de Referência Inicial e os previstos para o Ano Horizonte de Projecto, verificando se houve alteração na classificação do local face ao ruído segundo o RGR, por exemplo, se passou de Pouco Ruidoso a Ruidoso ou Muito Ruidoso e se a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente do ruído perturbador ( $L_{eq}$ ) e o  $L_{95}$  correspondente ao ruído de fundo da Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto é superior a 10 dB(A).

Sempre que uma das condições referidas no parágrafo anterior se verificar, são preconizadas medidas de minimização para atenuar os efeitos negativos da via.

### 5.3.4 - Determinação das Medidas de Minimização

#### 5.3.4.1 - Fase de Estudo Prévio

A etapa final do EIA consiste na definição das medidas de minimização a implementar para atenuar o impacto sonoro da nova via para cada um dos corredores estudados.

Segue-se uma avaliação da qualidade acústica de cada um dos percursos analisados, no que diz respeito à ocupação marginal existente, à prevista para o local de acordo com o definido pelos municípios e à facilidade de implementar mecanismos de protecção acústica.

O estudo termina com a indicação do corredor acusticamente mais aconselhável.

#### 5.3.4.2 - Fase de Projecto de Execução

O EIA finaliza com a definição dos impactes provocados pela construção e exploração da nova via e as respectivas medidas de minimização consideradas.

Assim, na Fase de Construção o projectista faz recomendações sobre a localização de estaleiros de obra relativamente aos aglomerados habitacionais, sobre os horários em que devem ocorrer as operações mais ruidosas (período diurno das 7 h às 20 h) e os cuidados a ter quando estas se desenrolam em locais especialmente sensíveis (evitar que a construção da estrada afecte as actividades que se desenvolvem nesses locais).



Na *Fase de Exploração* as medidas de minimização preconizadas pelo projectista consistem na instalação de protecções contra o ruído no parque edificado existente.

O projectista define 2 tipos de protecções a implementar num traçado viário:

- Protecção Contínua (*Barreiras Acústicas*);
- Protecção Local (*Acréscimo de Isolamento de Fachadas*).

A escolha do tipo de protecção a adoptar depende do tipo de intervenção a realizar, isto é, se se quer reduzir o nível sonoro no exterior ou só no interior dos edifícios; se é justificável, economicamente, a implantação de *Protecção Contínua* ou se é preferível adoptar a *Protecção Local*; é também função do clima e hábitos das populações (vivendo as pessoas num clima moderado há tendência em manter as janelas abertas durante o período de sol, assim, a colocação de janelas duplas não vai alterar o nível sonoro a que essas pessoas estão sujeitas). Quando se faz o *Acréscimo de Isolamento Sonoro de Fachada*, por alteração das janelas, surge sempre o problema da diminuição da ventilação nas habitações que implica a realização de dispositivos de ventilação com tratamento acústico, para diminuir a entrada de ruído no edifício.

### 5.3.5 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas

Para dimensionar as *Barreiras Acústicas*, referidas nas medidas de minimização, o projectista contabiliza a influência da geometria do terreno no local (desníveis entre a fonte sonora e o receptor), a distância à fonte, as características de absorção ou reflexão do terreno envolvente e o regime de ventos na área, definindo, ainda, o grau de atenuação desejado e o ângulo de incidência correspondente, que lhe permitirá determinar a extensão e altura da(s) barreira(s) acústica(s).

Um dos parâmetros fundamentais para o dimensionamento das barreiras, além do grau de protecção necessário para manter a classificação do local face ao ruído, é o espectro do ruído gerado pelo tráfego rodoviário (dependente da velocidade de circulação e da percentagem de pesados), que permite a escolha do tipo de barreira acústica a utilizar de forma a que esta actue nas frequências principais do respectivo ruído rodoviário.





O projectista apresenta espectros típicos de veículos ligeiros e pesados, determinados para um caso pontual (na Avenida Marginal em Lisboa para um Tráfego Médio Diário de 1932 veículos, com uma percentagem de pesados de 10% e uma velocidade média de circulação de 80 km/h e em data indeterminada) e a partir desses espectros extrapola para o que considera o *Espectro Típico Médio do Tráfego* (incluindo várias faixas de rodagem e vias de circulação, sendo definida uma velocidade para cada via) - *Espectro Normal*, conforme exposto no Quadro nº 5.4, sem justificar ou apresentar fundamentação teórica para os valores adoptados e mantendo o mesmo *Espectro Normal* em todos os estudos que já efectuou, sem entrar em linha de conta com as alterações inerentes a uma composição e volume de tráfego diferentes.

Espectro Médio do Ruído de Tráfego Rodoviário	
Frequências (Hz)	Lp (dB)
125	72
250	70
500	68
1000	70
2000	67
4000	61

QUADRO Nº 5. 4 - ESPECTRO MÉDIO DE TRÁFEGO RODVIÁRIO PARA O MÉTODO M2

A previsão dos níveis sonoros, baseada nos pressupostos anteriores, é calculada para uma denominada Linha de Referência, localizada a 1 m da plataforma da estrada. A altura face ao solo das fontes sonoras considerada é de 0.80 m, tanto para veículos ligeiros como pesados.

Para a implantação da barreira acústica ao longo da estrada, o projectista refere que esta deve ser o mais próximo possível da fonte de ruído para maximizar a sua eficiência. A excepção corresponde ao caso de perfis transversais em escavação em que a localização no topo dos taludes é a mais eficaz. É ainda preconizada uma solução genérica em que as barreiras acústicas têm uma inclinação de 5° para fora da estrada, de forma a evitar o aumento do nível sonoro global na plataforma da estrada.



O Estudo Específico de Barreiras Acústicas termina com a escolha do tipo e características das barreiras acústicas a adoptar (altura e extensão), com o tipo de material a aplicar, de forma a melhorar a sua integração paisagística, a sua eficiência e a indicação dos pormenores de colocação em obra.

## 5.4 - Método M3

### 5.4.1 - Introdução

De entre os projectistas que comparam a exploração de uma via rodoviária a uma actividade ruidosa e que utilizam, simultaneamente, os art. 28º e 20º do RGR (77), temos ainda uma outra forma de actuação para determinar os efeitos provocados pela construção da nova estrada, que difere dos restantes, de acordo com os EIA analisados (39, 50, 51), pelo tipo de programa de previsão do nível sonoro utilizado.

Os critérios base para a elaboração deste estudo são os indicados no RGR. Segundo esta legislação, as autoridades que promovam a construção de vias de comunicação devem proteger, de forma adequada, os diferentes tipos de ocupação existentes ao longo dessa via e que possam sofrer impactes negativos da sua instalação (art. 28º).

Para evitar situações de incomodidade sonora acentuada é ainda prevista a consideração de elementos de protecção, sempre que se ultrapasse a diferença de 10 dB(A) entre o ruído gerado pelo tráfego circulante e o ruído de fundo (art. 20º).

### 5.4.2 - Caracterização da Situação de Referência.

#### 5.4.2.1 - Situação Inicial

A fase inicial do Estudo de Impacte Ambiental consiste na descrição do tipo de traçado e da zona em que se vai inserir a estrada. Nessa análise é feita a caracterização sumária dos tipos de ocupação mais significativos encontrados ao longo do traçado (zonas industriais, agrícolas, habitacionais ou escolares) e a indicação das fontes de ruído existentes na

proximidade da nova via que possam estar a criar, à data de elaboração do estudo, situações de incomodidade sonora.

Após esta descrição do local de inserção da nova estrada, o projectista faz referência à legislação em vigor aplicável ao caso em questão, indicando os artigos que, no seu entender, são mais relevantes (art.º 3º, 4º, 20º e 28º do RGR, essencialmente para a fase de exploração, art. 12º do mesmo Regulamento, Portaria nº 879/90 de 20 de Setembro e Estudos da Environmental Protection Agency (EPA-E.U.A.), para a fase de construção).

Na caracterização da Situação de Referência Inicial, o projectista analisa as características do ambiente sonoro numa faixa de 200 m, para cada lado do eixo da estrada, escolhendo alguns pontos, considerados representativos, para realizar a campanha de medições.

Os locais de medição do ruído, necessários para a avaliação acústica da área são escolhidos em função do seu posicionamento relativamente à via em estudo e à expansão urbana prevista pelas autoridades locais nos seus instrumentos de planeamento.

As medições são realizadas num dia útil, no período diurno, com tempos de integração de 15 minutos, utilizando a malha de ponderação A e a resposta "lenta" do sonómetro, de acordo com o exposto na norma NP-1730/1981.

Realizadas as medições, em que se utilizaram como parâmetros descritores o  $L_{50}$ ,  $L_{95}$  e  $L_{eq}$  (expressos em dB(A)), é feita a classificação dos locais segundo o art. 4º do RGR em Pouco Ruidosos, Ruidosos e Muito Ruidosos. Esta classificação só abrange o período diurno, afirmando o projectista que é de prever que os valores registados no período nocturno sejam inferiores em cerca de 10 dB(A) aos verificados durante o dia, sem contudo apresentar qualquer justificação para esta afirmação.

#### 5.4.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto

A previsão dos valores que irão ocorrer no Ano Horizonte de Projecto sem a implantação da nova via, não é abrangida pelo estudo realizado por estes projectistas.



### 5.4.3 - Determinação dos Impactes Ambientais

#### 5.4.3.1 - Introdução

A fase seguinte consiste na previsão dos valores do nível sonoro que vão ocorrer no local com a exploração da estrada.

O projectista inicia esta etapa com uma pequena explicação da forma como se desenvolverá o trabalho de previsão acústica em quatro cenários temporais: fase de construção, ano de entrada em serviço, um ano de exploração intermédio e ano horizonte de projecto.

Segue-se uma descrição sobre o tipo de ruído existente em cada uma das fases e a magnitude dos seus efeitos, que termina com a indicação das Classes de "Severidade do Impacte", consideradas pelo projectista (ver Quadro nº 5.5).

Classes de Severidade do Impacte	Tipo de Impacte	$L_{eq}$ (dB(A))
Classe 1	Alto	$80 < L_{eq} \leq 75$
Classe 2	Médio Alto	$75 < L_{eq} \leq 70$
Classe 3	Médio	$70 < L_{eq} \leq 65$
Classe 4	Baixo	$L_{eq} < 65$

QUADRO Nº 5. 5 - CLASSES DE SEVERIDADE DO IMPACTE SONORO PARA O MÉTODO M3

Para a previsão dos níveis sonoros que irão ocorrer na nova via, o projectista utiliza como parâmetros característicos o Tráfego Médio Horário (fazendo a distinção entre veículos ligeiros e pesados), a velocidade de circulação (adoptando velocidades diferentes consoante o tipo de veículo e o tipo de estrada - via principal e ramais de acesso) e o tipo de circulação (fluída, interrompida e intermitente).

A forma de distribuição do tráfego pelas diferentes faixas e vias de rodagem e a velocidade de circulação é semelhante à indicada na Figura nº 5.1. Isto quer dizer que o tráfego é igualmente dividido pelas duas faixas de rodagem e em cada faixa de rodagem é atribuída uma percentagem de veículos, circulando os pesados na(s) via(s) mais exterior(es) e os ligeiros nas interiores. A velocidade considerada em cada via depende do tipo de veículos que lá



circulam sendo sempre superior na via da esquerda, onde presumivelmente não circulam pesados.

Do Estudo de Tráfego elaborado pela equipa responsável por esta especialidade, o projectista retira os elementos relativos ao número de veículos que passarão diariamente na futura via e a sua divisão por classes (ligeiros, comerciais ligeiros e pesados). De acordo com o preconizado pelo CETUR, determina o tráfego médio horário (TMH) concentrando a passagem do tráfego médio diário (TMD) em 17 horas do dia ( $TMH = TMD / 17$ ).

A previsão do Ruído de tráfego é feita com recurso ao programa MICROBRUIT<sup>®</sup>, desenvolvido pelo CETUR, que utiliza uma relação entre o parâmetro acústico  $L_{eq}$  e a densidade de tráfego, entrando em consideração com o volume de tráfego, a velocidade média de circulação, a percentagem de pesados, a inclinação da via, a distância entre o ponto receptor e a via, a geometria do local, a natureza da zona circundante e os efeitos de absorção, reflexão e difracção.

#### 5.4.3.2 - Fase de Construção

A caracterização do ruído na Fase de Construção identifica as diversas operações de construção que constituem fontes de ruído, as máquinas e equipamentos mais incomodativos e faz ainda uma pequena referência à influências da distância na atenuação deste tipo de poluição sonora, considerada equivalente a uma Fonte Pontual (o nível sonoro equivalente decresce cerca de 6 dB(A) com a duplicação da distância à fonte emissora) e termina com a identificação da fonte de informação utilizada para previsão do ruído gerado nesta fase (EPA-Environmental Protection Agency dos E.U.A.).

#### 5.4.3.3 - Fase de Exploração

Na Fase de Exploração, o projectista refere que o ruído é provocado pela passagem dos veículos, dependendo tanto do tipo de tráfego como do tipo de via em análise, salientando ainda que, ao contrário do ruído emitido na fase de construção, o decaimento do nível sonoro equivalente é de aproximadamente 3 dB(A) por duplicação da distância, dado que a passagem contínua de tráfego constitui uma Fonte Linear de emissão sonora.



O Nível Sonoro previsível para o local com a instalação da nova estrada é caracterizado unicamente pelo valor do  $L_{eq}$  para um ponto de referência a 2 m do limite do bordo da via, determinado para uma secção-tipo compreendida entre dois nós (sem considerar a influência do perfil longitudinal da estrada).

Seguidamente, o projectista apresenta um quadro com a indicação da variação do nível sonoro equivalente para diferentes distâncias do bordo da via de circulação e tece comentários acerca da verificação ou não do Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído, conforme a distância a que os diferentes tipos de ocupação se localizam.

O parâmetro usado nessa verificação é o  $L_{eq}$ , não sendo feita qualquer previsão de evolução ou análise para o  $L_{50}$ , parâmetro ainda em vigor na actual legislação.

Na sequência do trabalho de previsão acústica, o projectista identifica os diferentes locais onde prevê que o limite diurno do  $L_{eq}$ , indicado no Projecto de Novo RGR ( $L_{eq} \geq 65$  dB(A)) seja ultrapassado.

#### 5.4.4 - Determinação das Medidas de Minimização

Após a identificação dos locais sujeitos a ruído "excessivo", o projectista passa à fase seguinte do Estudo de Impacte Ambiental em que define, de uma forma simplificada, as diferentes Medidas de Minimização a adoptar para cada caso, consoante a sua localização, a severidade do impacte o número de receptores incomodados.

As Medidas de Minimização a considerar para reduzir o impacte sonoro provocado pela implantação da estrada, são determinadas a partir do estudo acústico das duas fases correspondentes à construção e exploração da futura via, sendo fortemente dependentes da sua duração temporal.

Na Fase de Construção o projectista faz recomendações sobre os horários em que devem ocorrer as operações mais ruidosas (período diurno das 7 h às 20 h), os cuidados a ter quando estas se desenrolam em locais especialmente sensíveis (evitar que a construção da estrada afecte as actividades que se desenvolvem nesses locais) e a localização dos estaleiros, os quais, refere, se devem situar a pelo menos 50 m de qualquer habitação.





Na *Fase de Exploração* as medidas de minimização consistem na instalação de protecções contra o ruído no parque edificado existente.

As protecções preconizadas por este projectista dividem-se em *Protecções Contínuas* (barreiras acústicas, modelação de terreno ou pavimento drenante), *Protecções Locais* (acréscimo de isolamento de fachada) e *Protecções Mistas* (que consistem na utilização das duas situações em simultâneo).

A escolha entre *Protecção Contínua* e *Local* deriva de um estudo económico (justificado pelo número de habitações a proteger) e definição do tipo de impacte que queremos minimizar (se abrange o exterior ou se só se limita ao interior das habitações).

#### 5.4.5 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas

O estudo inicia-se com uma pequena introdução que refere os malefícios do ruído na saúde humana.

Na sequência dessa descrição surge uma tentativa de resposta sobre a melhor forma de minimizar os aspectos negativos da construção de uma nova via de tráfego, pela actuação em três fases distintas:

- Na fonte - limitação do ruído emitido pelos veículos (já realizado pela União Europeia com a emissão de Directivas sobre o assunto);
- Na propagação do ruído - colocação de dispositivos construtivos que impeçam a chegada de sons incomodativos ao receptor ou pelo menos que estes não cheguem na sua plenitude (este sistema consiste na colocação de barreiras acústicas ao longo da via);
- Na chegada ao receptor - dissipação do ruído pela colocação de elementos na própria habitação sem qualquer efeito sobre o ruído ambiente exterior que se verifica no local.

Esta introdução termina com a indicação da protecção dos receptores pela actuação ao nível do caminho de propagação como a melhor forma de evitar que a qualidade do ruído ambiente se deteriore e não permita a permanência das populações no exterior.





A fase seguinte do Estudo Específico de Barreiras Acústicas consiste na definição do traçado e da sua envolvente. Esta análise é feita de uma forma resumida e só para os locais onde previsivelmente será necessário instalar Barreiras Acústicas.

A metodologia para elaboração do estudo de Barreiras inclui a utilização do programa informático já referido - MICROBRUIT® - que contabiliza as características acústicas do solo entre a fonte de ruído e o receptor, as condições de propagação do som no local, a geometria do sistema "Emissor-Barreira-Receptor", a difracção vertical e horizontal, as características da fonte emissora e os diferentes tipos de reflexão.

O programa também admite a entrada das características da estrada, quanto ao seu perfil-transversal. Considera que os veículos circulam no centro de cada faixa de rodagem e que a altura das fontes sonoras é de 0.80 m acima do solo.

No seguimento do seu trabalho, o projectista refere os principais requisitos que as Barreiras Acústicas devem satisfazer para que o seu efeito seja o previsto no estudo efectuado. Assim, as Barreiras Acústicas devem estar localizadas o mais próximo possível da fonte de ruído, numa zona de segurança não definida, para evitar que eventuais colisões de veículos as danifiquem e provoquem a perda de propriedades essenciais para o seu desempenho.

O comprimento da Barreira Acústica é determinado por um compromisso entre o prolongamento necessário para assegurar a atenuação sonora pretendida e a viabilidade económica de construção dessa Barreira.

No caso da altura da Barreira, esta é limitada por razões de estabilidade e de atenuação (o aumento do percurso da onda sonora até atingir o receptor possibilita que o nível sonoro pretendido no local não ultrapasse determinado valor).

O estudo termina com a escolha das características da barreira acústica a adoptar (altura e extensão), com o tipo de material a aplicar, de forma a melhorar a sua integração paisagística e a sua eficácia e com os pormenores da sua execução em obra.





É ainda referido que as Barreiras Acústicas devem ser colocadas na posição vertical e feita uma descrição sumária dos tipos de Barreira adoptados com indicação das suas principais características.

No método deste projectista é de salientar que, apesar de referir a aplicação do art. 20º do RGR, a determinação dos impactes gerados para posterior definição das medidas de minimização a implementar se desenvolve sem que este seja utilizado, quer para verificação da Legislação Nacional ou do Caderno de Encargos de Projecto, quer como critério de incomodidade que diz respeito.

Esta situação verifica-se aquando da escolha do tipo de Barreira a adoptar e da atenuação calculada para o local que não cumpre o estabelecido no referido art. 20º do RGR, ou seja,

$$L_{eq}(\text{Ruído Perturbador}) - L_{95}(\text{Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto}) \leq 10\text{dB(A)}.$$

## 5.5 - Método M4

### 5.5.1 - Introdução

Outros projectistas que não têm programa informático para tratamento da informação relevante na elaboração dos Estudos de Impacte Ambiental, seguem o método que adiante se descreverá.

### 5.5.2 - Caracterização da Situação de Referência

#### 5.5.2.1 - Situação Inicial

O Estudo de Impacte Ambiental inicia-se com uma descrição pormenorizada do projecto, em que se analisa a região onde se insere a nova estrada a construir, nas mais diversas matérias.

Após este capítulo introdutório, o Estudo Acústico caracteriza a Situação de Referência Inicial, tendo por base o exposto no RGR e os elementos essenciais para avaliação da situação existente. Assim, os parâmetros usados para caracterização da zona de inserção da estrada são o  $L_{50}$ , o  $L_{95}$  e o  $L_{eq}$ , para verificação do exposto no art. 4º (Classificação dos Locais), no art. 20º (Critério de Incomodidade) e no art. 28º (Vias de Tráfego).





Para avaliação da Situação Inicial, o projectista identifica as principais fontes de ruído já existentes no local e planeia uma campanha de medições, de forma a caracterizar o ambiente sonoro, pela contabilização dos parâmetros descritores do ruído -  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{95}$  e  $L_{eq}$ , para diferentes horas do dia consoante o nível de ruído verificado - período de ponta, período diurno e período nocturno.

No seguimento das medições efectuadas, o projectista analisa o ambiente sonoro da região à luz da legislação em vigor, classificando os locais segundo o art. 4º do RGR em Pouco Ruidosos, Ruidosos e Muito Ruidosos e verifica se o art. 20º do RGR é cumprido na Situação Inicial ou se já está ultrapassado.

Consoante o cumprimento ou não do art. 20º do RGR, o projectista na avaliação da incomodidade sonora provocada pela nova estrada verifica ou não esse artigo da legislação, uma vez que, segundo a sua opinião, não se justifica que se a população, actualmente, já suporta uma situação de manifesta incomodidade, se venha mais tarde questionar a introdução de um novo elemento perturbador no seu dia-a-dia.

#### 5.5.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto

Não é feita qualquer referência à evolução prevista para o Ano Horizonte de Projecto, numa situação em que a construção da estrada não tenha sido considerada.

#### 5.5.3 - Determinação dos Impactes Ambientais

Na fase de Previsão dos níveis sonoros, o projectista faz a projecção dos valores do  $L_{50}$  e  $L_{eq}$  para o ano horizonte de projecto, segundo o método preconizado pelo CETUR e patente na sua publicação "Guide de Bruit"(4).

Neste processo, a previsão do ruído de tráfego é feita a partir do volume de tráfego diário esperado para a via em projecto - Situação Optimista, que é concentrado em 17 horas (TMH = TMD / 17), da percentagem de pesados,





da velocidade do tráfego, do perfil-transversal e longitudinal e do tipo de circulação esperado (*fluída, interrompida ou intermitente*).

#### 5.5.4 - Determinação das Medidas de Minimização

Após a determinação dos valores do nível sonoro passíveis de ocorrer na nova via, é feito o reconhecimento das habitações e ocupações sensíveis ao ruído que se localizem na faixa de incomodidade. Esta faixa de incomodidade é determinada pela maior distância entre a via e :

- a isófona de limite dos 65 dB(A) diurnos;
- a isófona que estabelece a diferença dos 10 dB(A) entre o  $L_{eq}$  previsto e o  $L_{95}$  característico do ruído de fundo.

A fase seguinte consiste na escolha do tipo de protecção a aplicar para proteger essas ocupações - *Protecção Contínua ou Protecção Local*.

O Estudo de Impacte Ambiental termina com a definição das protecções a aplicar e com recomendações sobre o tipo preocupações a ter com os trabalhos a desenvolver durante a fase de construção, como forma de minimizar os inconvenientes que advenham dessa operação.

#### 5.5.5 - Estudo Específico das Barreiras Acústicas

As Barreiras Acústicas previstas para os diferentes locais são dimensionadas de acordo com o método expresso no "Guide de Bruit" do CETUR, tendo em atenção o relevo do local, o perfil transversal da estrada, o tráfego previsível, a posição relativa da fonte emissora de ruído e do receptor e o nível de atenuação sonoro pretendido.

Deste estudo é determinada a altura e o comprimento das barreiras acústicas para cada um dos locais indicados na fase anterior de determinação de impactes ambientais.

Finalmente é sugerida a aplicação de um material para as Barreiras Acústicas, a aplicar nos locais afectados pelo ruído de circulação rodoviária, que o projectista pensa ser o mais indicado para a situação em análise.





## 5.6 - Método M5

### 5.6.1 - Introdução

De entre os projectistas que comparam a exploração de uma estrada a uma actividade ruidosa utilizando, por isso, além do art. 28º o art. 20º do RGR (77), temos ainda uma outra forma de actuação para determinar os efeitos provocados pela construção da nova via, em que o projectista utiliza, para previsão do nível sonoro futuro, um programa elaborado pelo próprio, mas cujos princípios de cálculo assentam nos pressupostos do CETUR (4).

O trabalho inicia-se com uma descrição dos malefícios associados ao tráfego rodoviário e a indicação dos parâmetros acústicos que considera mais relevantes para a avaliação da incomodidade sonora.

Seguidamente refere os artigos do RGR que entende serem aplicáveis ao caso do Ruído de Tráfego Rodoviário - art. 4º, 5º, 20º e 28º.

A definição das características deste método deriva da análise realizada entre os EIA realizados por este projectista (59).

### 5.6.2 - Caracterização da Situação de Referência

#### 5.6.2.1 - Situação Inicial

Segundo o projectista, os parâmetros acústicos mais importantes para a avaliação do ambiente sonoro da zona onde se insere a nova via são o  $L_{50}$ , o  $L_{eq}$  e o  $L_{95}$ .

A metodologia seguida pelo projectista consiste na análise detalhada de todo o traçado, tendo em vista a escolha da localização mais adequada para os pontos de medição acústica e num posterior reconhecimento do local, combinado com a campanha de medições.

Para a definição dos locais objecto de medição o projectista define uma zona denominada "Área de Interferência", definida por:

- isófona dos 65 dB(A) no Ano Horizonte de Projecto;
- distância correspondente ao nível sonoro compatível com o Critério de Incomodidade indicado no art. 20º do RGR.



O projectista faz uma análise do ambiente sonoro da região caracterizando as fontes de ruído mais importantes no local e o tipo de ocupação marginal da estrada que possa vir a ser afectada com a implantação da mesma.

A classificação da envolvente do traçado é feita segundo o expresso no RGR, pela comparação dos limites indicados no art. 4º, com os valores obtidos para o  $L_{50}$ , medidos durante o período diurno.

Para o período nocturno, o projectista admite que se verificam níveis sonoros inferiores em cerca de 10 dB(A) aos verificados durante o dia, porque o Volume de tráfego, segundo a sua opinião, se concentra nas 17 h do dia correspondentes ao período diurno sem, contudo, apresentar justificação, fundamento teórico ou bibliográfico.

#### 5.6.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto

A Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto é equiparada à Situação Inicial, no que se refere ao ambiente sonoro existente no local.

### 5.6.3 - Determinação dos Impactes Ambientais

#### 5.6.3.1 - Introdução

Segundo o projectista, a determinação dos Impactes Ambientais, gerados com a circulação de tráfego na nova via, foi efectuada com base na previsão do nível sonoro originado pela exploração da estrada, determinado por um algoritmo de previsão de "reconhecida fiabilidade" (sic).

Da análise dos trabalhos já efectuados, chegou-se à conclusão que este projectista realiza as suas previsões com o algoritmo para tráfego rodoviário do CETUR, criando um processo de análise próprio em que utiliza simultaneamente o "Método Simplificado" e "Método Detalhado" de previsão dos níveis sonoros contínuos equivalentes.

A previsão dos níveis de ruído, estimada para as datas correspondentes ao Ano Intermédio de Exploração e ao Ano Horizonte de Projecto, baseia-se nos dados existentes sobre a previsão do tráfego (elaborado técnicos responsáveis por esta especialidade), nas condições



médias de circulação (Velocidade e Fluidez) e na sua evolução ao longo do tempo.

A avaliação dos impactes sonoros é aferida pela comparação dos valores previstos para o  $L_{50}$  com os limites indicados pelo RGR, para este parâmetro, sendo definidas zonas de influência acústica da futura via e identificadas as zonas mais afectadas que serão objecto de tratamento acústico.

#### 5.6.3.2 - Fase de Construção

Na fase de construção, o ambiente sonoro local é alterado pelo funcionamento das máquinas e equipamento de construção.

O projectista faz referência ao nível sonoro que poderá ser atingido por algumas operações de construção e salienta que, como estes equipamentos se podem equiparar a fontes pontuais de ruído, a distância em que se faz sentir a sua influência é menos abrangente, dado que o decréscimo de pressão sonora é de aproximadamente 6 dB(A) por duplicação da distância.

O projectista afirma que a influência do ruído provocado na fase de construção se vai estender por uma faixa com cerca de 500 m, em torno dos locais onde se desenvolvem as obras.

#### 5.6.3.3 - Fase de Exploração

A previsão do ruído de tráfego é feita a partir de um algoritmo de reconhecida fiabilidade (segundo opinião do projectista) e tem em consideração as características do tráfego (velocidade e percentagem de pesados), as características do traçado (Perfil-Transversal, Perfil-Longitudinal e distância ao receptor), permitindo obter o Nível Sonoro Equivalente do Ruído de Tráfego,  $L_{eq}$ , para uma distância de referência de 30 m, relativamente ao eixo da estrada.

Para avaliar a situação gerada com a implantação da estrada, o projectista idealiza vários tipos de situação que pretendem simular a realidade. Assim, ele define uma *Situação Geral*, em campo livre para uma altura relativa de 3 m acima do pavimento, nas condições gerais de tráfego, velocidade de circulação e perfil transversal-tipo.





Seguidamente passa a uma fase de maior pormenor e identifica várias *Situações Individualizadas* em que considera um prédio virtual e um receptor colocado a 2 m da fachada do edifício, nas condições específicas de tráfego, velocidade de circulação e perfil transversal-tipo.

Para realização das previsões dos níveis sonoros a ocorrer com a introdução de um novo elemento perturbador na área, o projectista utiliza os dados disponíveis, relativamente à evolução do Tráfego Médio Diário (TMD) durante o período de exploração da estrada, concentrando-o em 17 h do dia, para obter o Tráfego Médio Horário (TMH = TMD / 17), segundo o preconizado pelo CETUR.

O algoritmo de previsão de ruído que o projectista utiliza permite a determinação directa do parâmetro acústico -  $L_{eq}$ . Segundo o projectista, o valor do  $L_{50}$  é estimado a partir do  $L_{eq}$ , correspondente ao tráfego rodoviário previsto, pela "Correlação Estatística" (sic) verificada entre estes dois parâmetros, sendo o  $L_{50}$  inferior ao  $L_{eq}$  em aproximadamente, 1,5 a 2 dB(A). A justificação para este procedimento não é facultada pelo projectista, assim como não é indicado qualquer suporte bibliográfico ou fundamento teórico.

Para avaliar a incomodidade sonora, o projectista apresenta quadros com a evolução do  $L_{eq}$  e do  $L_{50}$ , para várias distâncias à fonte emissora de ruído (estrada), que lhe permitem verificar se os valores máximos de ruído ambiente admissíveis pela legislação vigente para zonas residenciais foram ou não ultrapassados ou se a diferença máxima permitida pelo art. 20º do RGR, entre a situação sonora existente antes ou após a implantação da estrada, não é respeitada. Esta última forma de definir a incomodidade, consiste na determinação de uma "Faixa de Incomodidade Sonora", em que a diferença entre o  $L_{eq}$  previsível e o  $L_{95}$  é superior a 10 dB(A).

#### 5.6.4 - Determinação das Medidas de Minimização

##### 5.6.4.1 - Fase de Construção

Durante esta fase, as operações de construção da nova via irão influenciar negativamente o ambiente sonoro da envolvente. Como forma de minimizar este aspecto negativo, o projectista recomenda que as obras de

construção só tenham lugar durante o período diurno e, se possível, que sejam colocadas barreiras acústicas temporárias nos locais em que venham a ocorrer as operações mais ruidosas.

É ainda referida a necessidade de afastar as zonas de estaleiro da proximidade de povoações.

#### 5.6.4.2 - Fase de Exploração

Segundo o projectista, surge a necessidade de implementar medidas de minimização sempre que, devido à construção da nova via rodoviária, se verifique que o Critério de Incomodidade referido no art. 20º do RGR,  $L_{eq\text{ previsível}} - L_{95} \leq 10\text{ dB(A)}$  não é cumprido ou se altere a Classificação Ruidosa dos locais (art. 4º do RGR).

Assim, segundo o projectista, verifica-se que existe incomodidade sonora sempre ocorrem as condições indicadas no Quadro nº 5.6.

Classificação dos Locais	Valores Limite em dB(A)	
	Locais Pouco Ruidosos	Período Diurno
Período Nocturno		$L_{50} > 55$
Locais Ruidosos	Período Diurno	$L_{50} > 75$
	Período Nocturno	$L_{50} > 65$

QUADRO Nº 5. 6 - AVALIAÇÃO DA INCOMODIDADE SONORA, SEGUNDO O MÉTODO M5

Após a identificação dos locais sujeitos à influência sonora da estrada, o projectista define o tipo de Medidas de Minimização que deverão ser consideradas para proteger os ocupantes das zonas atingidas.

Dos diversos tipos de Medidas de Minimização disponíveis, o projectista salienta a Protecção Contínua (Barreiras Acústicas) e a Protecção Local (Aumento do Isolamento Sonoro da Fachada) como formas de reduzir o Impacte sonoro.

#### 5.6.5 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas

O critério utilizado pelo projectista para a definição dos locais sujeitos a níveis sonoros incompatíveis com a sua ocupação funcional foi o



indicado no art. 28º do RGR que obriga à adopção de medidas de minimização sonora sempre que se verifique alteração na classificação dos locais adjacentes à plataforma da estrada. A alteração referida só é analisada no período diurno.

No dimensionamento das Barreiras Acústicas, o projectista considera o volume de tráfego utilizado para determinar os impactes sonoros da nova via, uma velocidade de circulação constante para todas as vias e tipos de veículos, o perfil longitudinal e transversal da zona da estrada, as condições de propagação do local e o grau de atenuação sonora pretendida.

Estando a escolha dos materiais a aplicar nas barreiras acústicas dependente do tipo de ruído emitido pela(s) fonte(s) sonora(s), um dos parâmetros fundamentais para o seu dimensionamento é, segundo o projectista, o “Espectro Médio Característico de Referência” para um  $L_{eq}$  de 70 dB(A) que se indica no Quadro nº 5.7.

Frequência (Hz)	Nível Sonoro (dB)
125	55
250	62
500	63
1000	65
2000	64
4000	58

QUADRO Nº 5. 7 - Espectro Médio de Referência para o Método M5

A previsão dos níveis sonoros, baseada nos pressupostos anteriores é calculada para um “Ponto Tipo”, caracterizado por estar localizado a 2 m da fachada de um edifício, à distância “d” do limite exterior da via mais próxima e a uma altura “h” acima do solo variável em função de cada situação particular.

O estudo termina com a escolha do tipo e características de Barreira Acústica a adoptar (altura e extensão) em cada uma das situações identificadas, com o tipo de material a aplicar e os pormenores de execução em obra.





## 5.7 - Resumo dos Métodos de Avaliação de Impacte Sonoro, utilizados em Portugal

No Quadro nº 5.8 apresenta-se um resumo da metodologia utilizada pelos diferentes projectistas na elaboração dos EIA em que participam.

Este quadro consta de uma síntese dos principais parâmetros, programas e procedimentos considerados pelas equipas de projecto no desenvolvimento do seu trabalho de avaliação do impacte sonoro provocado pela construção e exploração da estrada em estudo.



Situação de Referência	Método M1	Método M2	Método M3	Método M4	Método M5
Parâmetros Acústicos	$L_{50}, L_{55}, L_{eq}$	$L_{50}, L_{55}, L_{eq}$	$L_{50}, L_{55}, L_{eq}$	$L_{50}, L_{55}, L_{eq}$	$L_{50}, L_{55}, L_{eq}$
Medições	Medições "in situ"	Medições "in situ"	Medições "in situ"	Medições "in situ" Horas de Ponta	Medições "in situ"
Diurnas					
Nocturnas					
Critério de Escolha dos Pontos de Medição	Análítica $K = -10 \text{ dB(A)}$ Localização Utilização Isótona $L_{eq} = 65 \text{ dB(A)}$ no Aro Horizonte de Projecto (não disponível)	Análítica $K = -10 \text{ dB(A)}$ Localização Utilização Até estabilização do sinal	Análítica $K = -10 \text{ dB(A)}$ Localização Utilização 15 minutos 2000-5700	Análítica $K = -10 \text{ dB(A)}$ Localização Utilização (não disponível) (não disponível)	Análítica $K = -10 \text{ dB(A)}$ Localização Utilização 15 minutos 4000
Duração das Medições	100-900	100-2000	2000-5700	(não disponível) (não disponível)	15 minutos 4000
Média de Medições (m/Pto)					
Classificação dos Locais	Pouco Ruidoso Ruidoso Muito Ruidoso	Pouco Ruidoso Ruidoso Muito Ruidoso	Pouco Ruidoso Ruidoso Muito Ruidoso	Pouco Ruidoso Ruidoso Muito Ruidoso $L_{eq \text{ actual}} - L_{55} \geq 10$	Pouco Ruidoso Ruidoso Muito Ruidoso
Parâmetros Acústicos	$L_{50}, L_{eq}$	$L_{50}, L_{eq}$	$L_{eq}$	$L_{50}, L_{eq}$	$L_{50}, L_{eq}$
Análise dos Impactes Ambientais	de 5 em 5 anos	Aro Horizonte de Projecto	de 10 em 10 anos	de 5 em 5 anos	de 10 em 10 anos
Critérios de Incomodidade	Alteração da Classificação do local	Alteração da Classificação do local $(L_{eq} - L_{55})_{prev} > 10 \text{ dB(A)}$	Alteração da Classificação do local	Alteração da Classificação do local $(L_{eq} - L_{55})_{prev} > 10$	Alteração da Classificação do local
Método de Previsão do Nível	Software WYLER	Software TRAFK	Software MICROBRUITK	Cálculo Analítico CETUR	Cálculo CETUR
Fase de Construção					
Restrição à Localização de Estaleiros	"Longo" de áreas residenciais	"Longo" de áreas residenciais	"Longo" de áreas residenciais	(não disponível)	"Longo" de áreas residenciais
Restrição a Operações Ruidosas	das 2 às 22 h	das 7 às 22 h	das 7 às 22 h	(não disponível)	das 7 às 22 h
Fase de Exploração					
Método de Dimensionamento de Barreiras Acústicas	Software WYLER	Software BARRK	Software MICROBRUITK	Cálculo Analítico CETUR	Cálculo CETUR
Acréscimo de Isolamento de Fachada	Janela Dupla	Janela de Correr	Software MICROBRUITK		
de Fachada	Vidro Duplo	Vidro Duplo	Vidro Duplo	Janela Dupla	Janela Dupla
de Fachada	Entrada de Ar com Tratamento Acústico	Vidro Duplo	Vidro Duplo	Vidro Duplo	Vidro Duplo



QUADRO Nº 5. B - QUADRO RESUMO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO



## 6 - COMPARAÇÃO E COMENTÁRIOS AOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, UTILIZADOS EM PORTUGAL

### 6.1 - Introdução

Neste capítulo pretende-se comparar e evidenciar algumas discrepâncias existentes entre os vários métodos analisados no capítulo anterior, que podem pôr em causa a qualidade e credibilidade dos respectivos EIA efectuados. Será feita uma apreciação de cada etapa do Estudo de Impacte Sonoro, onde se irão expor, analisar e justificar as principais lacunas apresentadas por cada método.

### 6.2 - Caracterização da Situação de Referência

#### 6.2.1 - Situação Inicial

Na caracterização da *Situação de Referência Inicial*, todos os projectistas seguem um esquema de trabalho semelhante.

A análise da situação sonora do local antes da implantação da estrada, implica um estudo cuidadoso do traçado da nova via, para identificação das zonas provavelmente mais afectadas, que constituirão os locais onde se devem realizar medições.

O critério de escolha dos pontos de medição do campo sonoro inicial é um pouco variável em função da fase em que se encontra o projecto (Estudo Prévio ou Projecto de Execução) e da equipa que a realiza.

Assim, os projectistas do método M1 têm em consideração a localização e tipo de utilização dos edifícios, relativamente à futura implantação da estrada, limitando o seu estudo a uma "Zona de Influência" da estrada determinada pela isófona de  $L_{eq} = 65 \text{ dB(A)}$ , no Ano Horizonte de Projecto. Os projectistas que seguem os métodos M2 e M4, escolhem os pontos sujeitos a medição em função da sua localização e do tipo de utilização a que está destinado o local envolvente.

Finalmente, os projectistas que se regem pelos métodos M3 e M5, simplesmente consideram a proximidade das edificações ao traçado como





critério de escolha dos pontos de avaliação da situação sonora antes da implantação da estrada.

Em resumo, enquanto que os projectistas dos métodos M1, M2 e M4, para a fase de *Projecto de Execução*, fazem a caracterização de grande parte dos edifícios existentes na proximidade da nova via, as equipas a que correspondem os métodos M3 e M5 só escolhem algumas edificações que consideram reveladoras da área em estudo.

É de realçar que, na fase de *Estudo Prévio*, os projectistas ao fazerem uma análise de *Corredores* escolhem *Pontos de Representatividade Sonora* da área afectada pela implantação da estrada. Esta situação é perfeitamente aceitável nesta fase dos estudos, uma vez que estamos a tratar de uma faixa com cerca de 400 m de largura por corredor, o que torna impraticável a medição em todos os receptores existentes ao longo dos diversos corredores. É de focar que estes pontos devem ser escolhidos criteriosamente, na situação mais desfavorável em relação ao traçado, tanto quanto à proximidade como ao tipo de ocupação e mesmo o ambiente da envolvente sonora, o que não é feito por todos os projectistas.

Um exemplo deste último tipo de actuação é apresentado pela equipa a que corresponde o método M2, na escolha dos pontos para análise do ambiente sonoro das diferentes zonas de passagem da via, opta por locais intermédios entre todos os corredores, em vez de escolher os mais próximos e característicos dos diferentes traçados.

Assim, a caracterização da área atravessada pela futura estrada é mais pobre, não permitindo uma comparação real entre as condições que se verificam antes e depois da implantação da nova via, uma vez que os valores de medição disponíveis, correspondentes à *Situação de Referência Inicial*, dizem respeito a locais nem sempre coincidentes com os mais próximos dos traçados em análise.

A localização dos pontos de medição definida pelos projectistas revela-se, em muitos casos insuficiente. Não são consideradas as habitações isoladas que se encontram ao longo do traçado, o que não permite uma correcta aceção da incomodidade real a que estarão sujeitos.

As zonas de fauna selvagem protegidas ou de exploração de animais domésticos também não são analisadas quanto ao ambiente sonoro,



não possibilitando uma verdadeira avaliação da susceptibilidade ao ruído dos animais selvagens ou domésticos, nem a influência que esse ruído terá nas suas relações ou na viabilidade económica das explorações inseridas nas áreas afectadas pela nova estrada.

Uma vez escolhidos os pontos de medição, os projectistas ou os seus funcionários deslocam-se ao local para realizar a sua campanha de medições, normalmente no período diurno de um dia útil da semana.

As duas excepções a esta regra são os procedimentos das equipas dos métodos M4 e M5. O projectista que adopta o método M4, além de fazer as medições correspondentes ao período diurno, também avalia a situação no período nocturno e nas horas de ponta. Relativamente à equipa que utiliza o método M5, as medições são realizadas no período diurno ao fim de semana.

No que diz respeito às medições efectuadas, nem todos os projectistas fazem a "Caracterização Completa" do Ruído ( $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{95}$  e  $L_{eq}$ ), optando aqueles que utilizam os métodos M1, M3 e M5 por dispensar a apresentação do  $L_{10}$ .

De todos os projectistas mencionados, apenas os que se regem pelos métodos M3 e M4 indicam a duração de cada período de medição, um elemento considerado indispensável para aferir da representatividade dos níveis sonoros obtidos. Este facto é de realçar, dado que a duração do período de medição tem uma forte influência nos valores do  $L_{eq}$ , principalmente, quando ocorre um ruído isolado com um nível sonoro elevado que provoca um aumento artificial do ambiente sonoro da região, minimizando numa fase posterior a incomodidade proveniente da construção e exploração da nova via.

No que se refere às condições existentes aquando das medições todos os projectistas indicam as condições meteorológicas (temperatura, velocidade do vento e nebulosidade), mas só as equipas dos métodos M1 e M3 mencionam as principais fontes de ruído que se verificavam na altura.

A qualidade das medições é outro descritor pouco evidenciado pelos diferentes projectistas.

As equipas projectistas nem sempre referem a duração e as condições de medição, nomeadamente, no que se refere à presença de ruídos intrusos, que muitas vezes são considerados erradamente, uma vez que não representam o ambiente sonoro característico da região. Destes ruídos

intrusos podemos salientar o ruído de animais, as feiras e festas locais, a ocorrência de obras, provas desportivas, etc. que causam perturbações no ambiente sonoro característico da região.

A qualidade das medições também é adulterada quando, numa zona relativamente sossegada, se verifica que contemplaram situações extremas das condições de ruído ambiente, como por exemplo a passagem ocasional de um pesado ou de um motociclo no período final de medição. Esta situação empola os resultados obtidos para a caracterização da Situação de Referência Inicial, minimizando os impactes gerados com a construção da via.

Para análise da qualidade das medições efectuadas nos EIA são apresentados três exemplos concretos nos Quadros 6.1, 6.2 e 6.3 onde se indicam os resultados incluídos nos EIA elaborados pelos projectistas e os medidos durante as deslocações efectuadas aos locais neles mencionados (IP 1 - Acessos Sul à Ponte do Freixo (V.N.Gaia) (18), IC 14 - Braga / Barcelos (50, 51) e IC 28 - Viana do Castelo / Estorãos (59)).

Saliente-se que alguma diferença de resultados poderá advir das diferenças de período de medição, dia da semana e hora do dia entre as consideradas pelos projectistas e as realizadas no âmbito deste trabalho, nem sempre por indicadas nos EIA, o que não permitiu, em algumas ocasiões, a realização das medições em condições acústicas idênticas.

IP 1 - Acessos na Margem Sul à Ponte do Freixo (V.N.Gaia)						
Método M2						
Local	Dia: 14/15.09.93		Dia: 14.09.95			
	Valores em dB(A)					
	$L_{eq(M2)}$	$L_{50(M2)}$	$L_{pa}$	$L_{50}$	$\Delta(L_{eq})$	$\Delta(L_{50})$
					$L_{eq(M2)} - L_{eq}$	$L_{50(M2)} - L_{50}$
km 1+600	56.9	47.1	47.6	47.0	9.1	0.1
km 3+150	58.4	50.1	43.2	43.0	15.2	7.1
km 5+925	63.5	53.6	48.2	48.0	15.3	5.6
km 6+375	73.0	60.1	44.2	44.0	28.8	16.1
km 6+950	48.0	46.1	43.7	42.0	4.3	4.1

QUADRO Nº 6. 1- COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DO PROJECTISTA (M2) E OS MEDIDOS NO IP 1 - ACESSOS NA MARGEM SUL À PONTE DO FREIXO, DURANTE O PERÍODO DIURNO, NA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA INICIAL



IC 14 - Barcelos / Braga						
Método M3						
Dia: Semana			Dia: 10.04.96			
Valores em dB(A)						
Local	$L_{eq}(M3)$	$L_{50}(M3)$	$L_{eq}$	$L_{50}$	$\Delta(L_{eq})$	$\Delta(L_{50})$
					$L_{eq}(M3) - L_{eq}$	$L_{50}(M3) - L_{50}$
km 2+000	64.4	49.0	49.8	48.7	14.6	0.3
km 8+400	46.4	40.5	68.3	58.2	-21.9	-17.7
km 10+300	64.7	52.0	44.8	42.7	20.1	9.3
km 13+200	54.8	51.0	54.1	53.2	0.7	-2.2
km 14+300	51.9	49.5	46.6	45.2	5.3	4.3

QUADRO Nº 6. 2 - COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DO PROJECTISTA (M3) E OS MEDIDOS NO IC 14 - BARCELOS / BRAGA, DURANTE O PERÍODO DIURNO, NA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA INICIAL

IC 28 - Viana do Castelo / Estorãos						
Método M5						
Dia: Sábado			Dia: 17.05.96			
Valores em dB(A)						
Local	$L_{eq}(M5)$	$L_{50}(M5)$	$L_{eq}$	$L_{50}$	$\Delta(L_{eq})$	$\Delta(L_{50})$
					$L_{eq}(M5) - L_{eq}$	$L_{50}(M5) - L_{50}$
km 1+200	51.8	44.9	42.3	41.7	9.5	3.2
km 1+275	61.1	41.9	57.6	45.7	3.5	-3.8
km 2+760	71.1	44.9	62.4	48.2	8.7	-3.3

QUADRO Nº 6. 3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DO PROJECTISTA (M5) E OS MEDIDOS NO IC 28 - VIANA DO CASTELO / ESTORÃOS, DURANTE O PERÍODO DIURNO, NA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA INICIAL

Dos valores apresentados nos quadros anteriores, constatamos que os resultados indicados pelas equipas projectistas e medidos aquando das visitas aos traçados nem sempre são próximos e muitas vezes têm desvios significativos inesperados para as condições verificadas no local.

Esta diversidade de resultados pode ter diferentes razões, das quais salientamos, a falta de informação apresentada nos EIA efectuados sobre as condições específicas de cada medição, a dificuldade em encontrar situações acústicas semelhantes, a consideração de eventos pontuais cuja



utilização no decorrer dos estudos deve ser devidamente justificada e da qual raramente se encontra descrição, a realização de medições em diferentes dias da semana ou hora do dia.

Relativamente aos valores apresentados é de salientar a diferença obtida no caso do IC 14 - Barcelos/Braga ao km 8+400, na ordem dos 20 dB(A). Tendo estado no local no período diurno ( $\approx 15:00$  horas) e avaliado o local em termos de tráfego durante aproximadamente 1 h, ao longo da qual se verificou uma certa uniformidade na cadência de passagem dos veículos, compatível com o valor de  $L_{eq} = 68.3$  dB(A), surge a dúvida acerca do dia e hora de realização da campanha de medições levada a efeito pelo projectista no mesmo local.

No caso do IC 28 - Viana do Castelo/Estorãos passa-se a situação inversa, apesar de ter procurado considerar a situação mais desfavorável possível em termos de ambiente sonoro no local de medição, foi totalmente impossível atingir os valores mencionados pelo projectista.

Dos casos apresentados e salientando que a variação média de  $\Delta(L_{eq})$  é de aproximadamente 9 dB(A) e a correspondente a  $\Delta(L_{50})$  é cerca de 1.8 dB(A) (os valores apresentados pelos projectistas são em grande parte dos casos superiores ao medidos nas deslocações efectuadas), verifica-se que relativamente ao  $L_{50}$  o  $L_{eq}$  é muito susceptível a eventos pontuais não característicos do ambiente sonoro em avaliação e prejudicando uma avaliação futura do impacte provocado pela implantação da estrada naquele local.

Assim, é urgente que se uniformizem os procedimentos a observar durante a campanha de medições, de forma a minimizar as variações encontradas e permitir uma correcta avaliação do ambiente sonoro dos locais interessados pela futura via.

De todos os projectistas, só o que segue o método M4 realiza medições nocturnas, de forma a garantir que a classificação dos locais face ao RGR seja a correcta. Todos os outros projectistas se referem aos valores do nível sonoro ambiente nocturno como sendo inferiores em pelo menos 10 dB(A) ao ruído existente durante o período diurno, sem apresentar qualquer medição, fundamento teórico ou justificação bibliográfica.





A realização de medições nocturnas, apesar de não representar uma exigência directa do actual RGR, é necessária para comparar o  $L_{50}$  medido no local com os limites impostos pela legislação em vigor e como forma de aferir a incomodidade das populações no seu período de repouso, durante o qual estão mais susceptíveis a qualquer alteração na sua rotina de descanso.

A necessidade de medições nocturnas resulta da variedade de situações sonoras que podem suceder, durante as quais podem ocorrer casos em que o nível sonoro diurno e nocturno seja muito próximo devido ao tipo de actividades desenvolvidas na região que podem levar a variações mínimas no volume de tráfego ou então a aumento da velocidade de circulação que é susceptível de equilibrar a diminuição de ruído que seria provocada pelo menor volume de tráfego.

Outra situação que pode criar valores elevados de ruído no período nocturno deve-se ao tipo de via em análise que, se for de atravessamento de localidades e ligação entre grandes centros, pode aglutinar um maior número de pesados que aproveitam as horas de menor tráfego para circular.

Pelo exposto anteriormente, a utilização de  $\Delta = -10$  dB(A) na conversão dos valores correspondentes ao Período Diurno para o Nocturno não pode nunca ser aceite como regra geral.

Após a campanha de medições características da Situação de Referência Inicial, os projectistas dos métodos M2, M3, M4 e M5 fazem a Classificação Ruidosa dos locais de acordo com o art. 4º do RGR e segundo o parâmetro acústico ( $L_{50}$ ) em vigor. No entanto, é de salientar que nem todos respeitam a classificação enunciada no Regulamento Geral sobre o Ruído, substituindo o parâmetro acústico  $L_{50}$  pelo  $L_{eq}$ .

O projectista a que corresponde o método M1, actua da forma descrita anteriormente, fazendo a Classificação dos Locais segundo o texto do Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído, isto é, pelo parâmetro  $L_{eq}$ , sem atender às disposições da legislação actual que menciona o  $L_{50}$  como o descritor a considerar para classificar os locais em Pouco Ruidosos, Ruidosos ou Muito Ruidosos.

Esta situação, do ponto de vista legal, não é válida e não deveria ser aceite pelos donos de projecto e pelas autoridades oficiais aquando da aprovação dos estudos, apesar de os projectistas de escudarem perante o





facto de estarem do lado da segurança ao admitirem uma relação  $L_{eq} - L_{50} \approx 3$  dB(A).

Esta diferença, nem sempre é verificada, como se comprova pelos resultados apresentados pelos próprios projectistas na avaliação da situação de referência inicial, alguns dos quais foram apresentados nos Quadros 6.1, 6.2 e 6.3, onde a diferença referida varia entre 2 e 25 dB(A) e pelas medições efectuadas no âmbito deste trabalho e expostas nesses mesmos Quadros que permitiram definir um intervalo de variação da diferença  $L_{eq} - L_{50}$  entre 0 e 14 dB(A).

O facto de ser afirmado pelos projectistas que a consideração do  $L_{eq}$  para Classificação dos locais face ao ruído é mais vantajosa nem sempre se verifica. No caso dos locais cujo nível sonoro  $L_{50}$  está entre, aproximadamente 63 e 65 dB(A) durante o período diurno e entre 53 e 55 dB(A) no nocturno, a utilização do  $L_{eq}$  e mantendo a relação enunciada pode levar à Classificação do local como Ruidoso, em vez de Pouco Ruidoso se se verificar a legislação em vigor.

Nestas circunstâncias, as populações que vivessem nesse local, e de acordo exclusivamente com o critério de não alteração da Classificação do local face ao ruído, poderiam ter de suportar um ruído máximo e 75 dB(A) ou 65 dB(A), período diurno e nocturno respectivamente, enquanto que a consideração do parâmetro  $L_{50}$ , que induziria a Classificação de Pouco Ruidoso só permitiria um nível sonoro máximo de 65 dB(A) ou 55 dB(A), respectivamente no período diurno e nocturno. Pode-se assim concluir que a utilização do parâmetro  $L_{eq}$  para a Classificação dos locais nem sempre protege o interesse das populações, deixando de cumprir o objectivo para que foi promulgada.

Esta Classificação refere-se somente ao período diurno. No que diz respeito ao período nocturno, os projectistas dos métodos M1, M2, M3 e M5, admitem que os níveis sonoros são pelo menos inferiores em cerca de 10 dB(A) aos verificados durante o período diurno, mantendo-se, por isso, a classificação atribuída aos locais durante o período diurno. A equipa que desenvolve o seu trabalho segundo o método M4 realiza medições nocturnas e faz a Classificação dos locais de acordo com essas medições.



Esta forma "analítica" de Classificar os locais não é satisfatória, porque não existe fundamento teórico ou bibliográfico que aconselhe essa tomada de posição. De facto, em relação à definição do nível sonoro correspondente ao período nocturno, o CETUR (4) aconselha, à falta da realização de medições, a consideração de uma redução de 5 dB(A) no nível sonoro do período diurno, nunca de 10 dB(A).

### 6.2.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto

Nem todos os projectistas referem previsões para o Ano Horizonte de Projecto, numa situação em que não existisse a via em estudo. Apenas as equipas dos métodos M1, M2 e M5 fazem referência à situação futura em que o desenvolvimento regional se fará exclusivamente à custa de uma natural evolução industrial, económica ou populacional. Na perspectiva do projectista do método M2, este progresso provocará um aumento do número de indústrias a laborar, de veículos a circular nas vias existentes, etc., o que levará a um acréscimo previsível do ambiente sonoro de aproximadamente 3 dB(A).

Os projectistas dos métodos M3 e M4 não fazem qualquer alusão a este assunto e os dos métodos M1 e M5 simplesmente consideram que a Situação Inicial e no Ano Horizonte de Projecto são semelhantes e, por isso, não haverá alteração dos níveis sonoros.

A projecção dos valores para o Ano Horizonte de Projecto realizada pelos projectistas mencionados, tem carácter meramente qualitativo, uma vez que as diferentes equipas que focam este assunto o fazem sem um estudo dos diversos coeficientes e parâmetros que traduzem a evolução prevista da região, não só a nível industrial, como da criação de empregos, novas movimentações, entretanto criadas, etc. que permitiriam estimar de uma forma mais rigorosa a variação do nível sonoro ambiente previsto para as áreas em questão.

Esta forma de actuação não é aconselhável, dado que a evolução esperada para uma região pode ser de crescimento ou de retrocesso, por exemplo se a zona em questão está a passar por um processo de migração das populações. Assim, o nível sonoro futuro poderá vir a ser superior ou inferior ao verificado na situação inicial.



## 6.3 - Determinação dos Impactes Ambientais

### 6.3.1 - Introdução

Para a determinação dos Impactes Ambientais Sonoros, os projectistas fazem a previsão dos níveis sonoros futuros, que surgirão com a construção e exploração da estrada.

Os níveis sonoros instalados na zona de influência da estrada vão ter diferentes tipos de influência, conforme a nova via esteja a ser construída ou na fase de exploração.

O ruído provocado pela maquinaria e equipamento de construção é de natureza temporal e tem influência numa grande área em redor dos locais das operações de construção, provocada por uma "propagação esférica" das ondas sonoras emitidas, constitui uma fonte pontual de emissão sonora.

Já o ruído provocado pela circulação dos veículos, durante a fase de exploração, é permanente e, admitindo um fluxo aproximadamente contínuo, equivalente a uma fonte sonora linear, cria uma área atingida de menores proporções, se bem que passível de causar maior incomodidade devido à sua natureza definitiva mas aleatória.



### 6.3.2 - Fase de Construção

Actualmente, para estimar o ruído existente durante esta etapa, os projectistas de todos os métodos empregam dados de outros países (por exemplo: França e EUA), sem discriminar ou quantificar o número de máquinas e equipamentos em movimento e a simultaneidade da sua utilização. Justificam esta atitude pelo facto de desconhecerem o calendário de obra e, portanto, não possuírem a informação necessária à previsão dos níveis sonoros.

É de salientar que esta avaliação do ruído durante a fase de obra se reveste de carácter meramente qualitativo, sem indicação dos níveis sonoros com ocorrência provável. Os projectistas justificam este procedimento com o facto de não ser conhecida a localização e constituição dos estaleiros e o faseamento da obra.

O único projectista que indica a sua fonte de informação é o que segue o método M3, referindo o EPA (Environmental Protection Agency - USA). A equipa que utiliza o método M4 não faz qualquer referência ao ruído gerado



pelas operações de construção, o que constitui uma lacuna importante em estudos desta natureza. Todos os outros projectistas que abordam este assunto citam fontes de informação estrangeiras que alegadamente consideraram, mas sem concretamente mencionar a sua origem.

De acordo com todos os projectistas, a fase de construção da estrada constitui uma *Actividade Ruidosa* e, por essa razão, deve respeitar o indicado no RGR no seu art. 20º. Apesar de referirem que é indispensável o cumprimento deste artigo do RGR, os projectistas não atribuem níveis sonoros às diferentes operações que estão envolvidas na construção da estrada, o que limita a possibilidade de se impor a consideração de medidas de protecção às utilizações sensíveis ao ruído que se situam nas imediações da estrada.

Assim, no que se refere ao ruído das operações de construção, os projectistas simplesmente aconselham horários de funcionamento de máquinas e equipamentos ruidosos e fazem algumas advertências quanto à instalação de estaleiros de obra, os quais dizem, devem estar afastados das localidades.

Todas as indicações dadas pelos projectistas relativamente a este tipo de ruído são meramente indicativas, não se referindo à situação particular do troço de estrada em análise, mas ao resultado da experiência de outros países e, como tal, não permitem a determinação exacta da incomodidade gerada para uma posterior consideração de medidas concretas de actuação tendo em vista a minimização do impacte provocado pelas operações de construção.

### 6.3.3 - Fase de Exploração

As variáveis necessárias à avaliação dos *Impactes Sonoros* na *Fase de Exploração* são comuns a todas as equipas projectistas. As principais condicionantes dos níveis sonoros futuros em previsão são o tráfego esperado para a nova via, a velocidade de circulação dos veículos, a percentagem de pesados, a repartição do tráfego pelas diferentes faixas e vias de rodagem, a localização das diferentes utilizações em relação à estrada, o tipo de pavimento adoptado, a topografia do local de implantação da via, as características de propagação das ondas sonoras do meio envolvente da estrada, o perfil longitudinal e o perfil transversal-tipo (aterro/escavação).



A principal diferença entre os métodos adoptados pelos projectistas reside nas bases de cálculo consideradas para a previsão desses níveis sonoros. Assim, a equipa a que corresponde o método M1, utiliza o programa de origem americana WYLE®, o do método M2 um programa elaborado pelo próprio e denominado TRAF®, os projectistas dos métodos M3, M4 e M5 baseiam-se nos pressupostos de cálculo previsional do CETUR (Centre d'Étude des Transports Urbains), utilizando o primeiro o programa MICROBRUIT®, o segundo realiza o cálculo analítico sem recurso a programas informáticos e o terceiro elaborou um programa que inclui simultaneamente o *Método Simplificado* e o *Método Detalhado* do CETUR.

No que diz respeito ao Tráfego Médio Horário (TMH), todas as equipas projectistas seguem os procedimentos preconizados pelo CETUR, nomeadamente, a consideração de uma constante  $k = 17$  que permite obter o TMH contemplando as flutuações do tráfego ao longo das diferentes horas do dia e o incómodo demonstrado pelos receptores desse tipo de ruído.

Assim, o Tráfego Médio Horário pode ser deduzido a partir da seguinte expressão,  $TMH = TMD / 17$ .

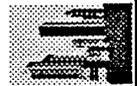
Um outro parâmetro que tem alguma influência nos resultados finais das previsões acústicas, e que não é tratado de igual forma por todos os projectistas, é a divisão do tráfego pelas faixas e vias de rodagem, em que algumas equipas fazem uma repartição realista com atribuição de velocidades consoante o tipo de veículo e via de rodagem em que circulam (método M1, M2 e M3), enquanto que outros (método M4 e M5) nem sequer referem o tipo de repartição efectuada.

No entanto, nem todos os projectistas utilizam na sua globalidade os parâmetros enunciados nos parágrafos anteriores.

Segundo estas equipas projectistas dos métodos M1, M2 e M3, os programas utilizados consideram todas as variáveis indicadas.

As equipas dos métodos M4 e M5 utilizam processos de cálculo baseados nos pressupostos de origem francesa (CETUR). Enquanto que o projectista do método M4 realiza um cálculo analítico segundo os procedimentos indicados pelo CETUR, a equipa do método M5 elaborou um programa com esse fim, mas sem considerar todos os parâmetros referidos no





início deste item, nomeadamente, não entra em consideração com o tipo de pavimento utilizado.

É de salientar que apesar de todos os métodos de previsão só permitirem o cálculo do  $L_{eq}$ , os projectistas dos métodos M2, M4 e M5 apresentam valores para o parâmetro  $L_{50}$ .

O projectista do método M5 justifica a apresentação deste parâmetro pela sua experiência que, alegadamente, demonstra existir uma "Correlação Estatística" (sic) entre o  $L_{50}$  e o  $L_{eq}$ , para o ruído de tráfego, em que a diferença entre ambos é variável num intervalo de 1.5 a 2 dB(A).

A equipa a que corresponde o método M2, simplesmente indica, analítica e graficamente, os valores obtidos para o  $L_{50}$ , sem especificar a forma de os obter. A análise dos gráficos apresentados permite inferir uma relação constante entre o  $L_{50}$  e o  $L_{eq}$  de aproximadamente 4 dB(A). Os projectistas a que se refere o método M4, não fornecem qualquer elemento que possibilite a avaliação da relação entre os dois parâmetros acústicos. Nenhum dos projectistas apresenta qualquer justificação, fundamentação teórica ou suporte bibliográfico para este procedimento.

A diferença  $L_{eq} - L_{50}$  utilizada pelos projectistas para obtenção dos valores de  $L_{50}$  a partir do  $L_{eq}$ , indispensável à verificação do RGR, é altamente discutível, uma vez que não se pode atribuir um valor fixo a uma diferença que pode ter uma variação muito acentuada, consequência das condições de circulação existentes.

Essa diferença, foi avaliada através de em medições realizadas na AE 1, em Vila Nova de Gaia (na zona do Posto de Abastecimento da Shell) em diferentes períodos do dia e noite para os quais se obteve diferenças entre os dois descritores entre 0 e 7 dB(A) (9). Também Harris (8), acerca de situações ocorridas nos EUA em medições realizadas e registadas durante um período de 24 h revelaram que a mesma diferença variava entre 0 e 6 dB(A) consoante a hora do dia em análise. Os valores medidos no âmbito deste estudo e indicados no Quadro nº 6.4, também permitiram obter diferença entre os 0 e 13 dB(A).

As equipas dos métodos M1 e M3 não fazem qualquer estimativa para o  $L_{50}$ , elaborando todo o Estudo de Impacte Sonoro com base no  $L_{eq}$ , respeitando o texto actual do Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o

Ruído, mas não dando satisfação ao actual RGR, infringindo, por isso, o texto legal em vigor, facto que não deveria ser aceite.

No que se refere aos parâmetros acústicos  $L_{10}$  e  $L_{95}$  nenhum dos projectistas faz qualquer tipo de previsão.

Para o período de referência nocturno não são feitas previsões por nenhum dos projectistas, que lhes possibilite uma avaliação do incómodo nocturno e uma Classificação dos locais face ao ruído que contemple os dois períodos de referência do dia.

Relativamente ao Itinerário Principal IP 1 - Acessos Sul à Ponte do Freixo (V.N.Gaia), tivemos a oportunidade de realizar uma monitorização, levada a cabo nos dias 14 e 15 de Fevereiro de 1996, aos valores de ruído rodoviário gerados no local pelo tráfego circulante.

É importante referir que o volume de tráfego e a velocidade de circulação utilizados para a previsão do nível sonoro não são idênticos às condições encontradas aquando das medições efectuadas (menor volume de tráfego e maior velocidade), mas foi feita a conversão dos valores para uniformizar as velocidades e o volume de tráfego, seguindo o método recomendado na norma francesa NF S 31-085 (93), de modo a possibilitar a comparação directa.

Os valores do nível sonoro estimados pelo projectista e os medidos durante a campanha de monitorização realizada nos dias 14 e 15 de Setembro de 1995, durante o período diurno, em fase de exploração da estrada, estão indicados no Quadro nº 6.4.

Pelos resultados apresentados no Quadro nº 6.4, verificamos que os valores existentes no local, em exploração da estrada com aproximadamente 1/2 do tráfego previsto para a sua capacidade, já são superiores aos estimados durante a elaboração do EIA correspondente a este troço, como odemonstram as diferenças  $\Delta(L_{eq}) = L_{eq\ Conv} - L_{eq}$  e  $\Delta(L_{50}) = L_{50\ Conv} - L_{50}$  com valores na ordem de -6 dB(A) e -8 dB(A), respectivamente.

IP 1 - Acessos Sul à Ponte do Freixo (V.N.Gaia)								
Local	Método M2				Dia:			
	Projectista		Valores Convert.		14/15.02.96			
Local	Valores em dB(A)							
	L <sub>eq</sub> (M2)	L <sub>50</sub> (M2)	L <sub>eq</sub> Conv	L <sub>50</sub> Conv	L <sub>eq</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>Conv</sub> - L	
							ΔL <sub>eq</sub>	ΔL <sub>50</sub>
km 0+300 (Ramo C)	57.5	51.8	54.5	48.8	65.6	65.0	-11.1	-16.2
km 1+600	58.0	53.3	55.0	50.3	60.6	55.0	-5.6	-4.7
km 2+750	53.7	49.0	50.7	46.0	59.3	54.0	-8.6	-9.0
km 3+175	53.7	49.0	50.7	46.0	63.5	56.0	-13.2	-10.0
km 3+300	53.7	49.0	50.7	46.0	58.9	57.5	-8.2	-11.5
km 3+475	55.0	50.6	52.0	47.6	70.1	57.0	-8.1	-9.4
km 6+175	61.0	56.0	58.0	53.0	56.7	55.0	8.3	4.0
km 6+375	55.0	50.9	52.0	47.9	71.2	67.0	-19.2	-19.1
km 6+775	57.0	52.9	54.0	49.2	64.2	63.0	-10.2	-13.1
Quinta dos Frades	55.9	51.5	52.9	48.5	46.6 <sup>2</sup>	46.5 <sup>2</sup>	12.3	8.0
Quinta dos Frades	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	70.6 <sup>3</sup>	66.6 <sup>3</sup>	-	-

- 1 Os valores medidos correspondem ao pátio exterior da zona de habitação
- 2 Valores medidos sobre a Barreira Natural implantada para protecção acústica
- 3 Valores estimados pelo projectista do método M2 e convertido para as condições de tráfego e velocidade existentes aquando das medições efectuadas

QUADRO Nº 6. 4 - COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES PREVISTOS PELO PROJECTISTA (M2) E OS MEDIDOS NO IP 1 - ACESSOS SUL À PONTE DO FREIXO (V.N.GAIA), EM SITUAÇÃO DE EXPLORAÇÃO

## 6.4 - Determinação das Medidas de Minimização

### 6.4.1 - Introdução

A determinação das Medidas de Minimização a implementar na nova via em projecto, depende da fase em que o estudo se encontra - Estudo Prévio ou Projecto de Execução. Conforme se referirá nos subcapítulos seguintes, na fase de Estudo Prévio a identificação das Medidas de Minimização é essencialmente qualitativa, enquanto que na de Projecto de Execução já se exige maior rigor na avaliação efectuada para cada receptor, tanto durante a construção da estrada como na sua exploração.

As Medidas de Minimização de Impacte Sonoro, propostas pelos projectistas, surgem na sequência das previsões acústicas realizadas e são ordenadas implementar sempre que exista alguma alteração nas condições do ambiente sonoro inicial, de acordo com o indicado no Regulamento Geral sobre o Ruído.

A principal diferença entre as medidas de minimização que as equipas propõem deriva da interpretação dada à legislação actualmente em vigor. Alguns dos projectistas consideram que a necessidade de implementação de medidas de minimização só ocorre quando há alteração da Classificação Ruidosa do local (art. 4º do RGR), enquanto que outros consideram que há Impacte sempre que a diferença entre o nível sonoro equivalente do ruído perturbador ( $L_{eq}$ ) e o nível sonoro ambiente ( $L_{95}$ ) é superior a 10 dB(A) (art. 20º do RGR).

Para a fase de obra, todos os projectistas verificam em simultâneo os art. 20º e 28 do RGR.

Relativamente aos dispositivos de protecção sonora, quase todos os projectistas referem a utilização de Barreiras Acústicas, de Janelas ou Vidros duplos ou uma situação mista, quando é impossível a minimização do ruído gerado pela nova via só com um dos tipos de intervenção referidos.

#### 6.4.2 - Fase de Estudo Prévio

A análise das Medidas de Minimização na fase de Estudo Prévio, consiste, como já referido, numa análise qualitativa dos diversos corredores estudados, na qual os projectistas têm em atenção as condições de propagação sonora do meio, o tráfego previsto para a nova via, a localização das edificações em relação à estrada e o tipo de utilizações existentes no local.

Esta fase do estudo termina com a Identificação dos locais afectados pela estrada e com uma proposta das medidas de minimização que o projectista julga mais aconselháveis para a zona em questão. Esta proposta não envolve o dimensionamento dos dispositivos mencionados, uma vez que só estão em análise corredores, sem um eixo definitivo que permita uma localização exacta dos edifícios ou áreas atingidas.

Como conclusão do seu trabalho, os projectistas avallam a qualidade acústica de cada um dos corredores propostos e indicam aquele que,

do seu ponto de vista, tem menor influência na qualidade de vida das populações marginais ou próximas da estrada, relativamente ao ambiente sonoro.

Os únicos projectistas que apresentaram trabalhos que incluíssem esta fase dos estudos foram aqueles a que correspondem os métodos M1 e M2.

#### 6.4.3 - Fase de Projecto de Execução

Na fase de *Projecto de Execução*, as equipas projectistas avallam a necessidade de implementação de medidas de minimização e fazem ou devem fazer o seu dimensionamento, tanto na fase de *Construção* como na de *Exploração* da nova estrada em estudo.

##### 6.4.3.1 - Fase de Construção

Durante a *Fase de Construção* as medidas de minimização recomendadas pelos projectistas dos métodos M1, M2, M3 e M5, resumem-se à localização dos estaleiros, à limitação do período de laboração dos trabalhos de construção da estrada e ao aviso das populações sempre que seja necessário recorrer ao desmonte a fogo de maciços rochosos ou quando se preconiza a cravação de estacas no terreno.

A equipa do método M4 não faz qualquer referência aos procedimentos a considerar nesta fase, lacuna que não pode existir em trabalhos desta natureza.

Relativamente às medidas de minimização preconizadas pelos projectistas, considera-se que têm um âmbito muito geral, não definindo medidas concretas a aplicar durante a fase de obra, criando uma omissão no projecto que nunca será preenchida. Na sequência desta situação não são previstas medidas concretas de actuação, como por exemplo a colocação de Barreiras Acústicas provisórias a circundar os locais de estaleiro ou mesmo a proibição de laboração em certos períodos do dia.

##### 6.4.3.2 - Fase de Exploração

A exigência de implementação de medidas de minimização, na fase de *Exploração*, surge sempre que as condições impostas pelo RGR não se verificam, nomeadamente no que diz respeito ao cumprimento dos art. 20º e

28º, segundo os quais, sempre que ocorra uma diferença entre o  $L_{eq}$  do ruído rodoviário e o  $L_{95}$  do ruído de fundo superior a 10 dB(A) ou quando os níveis sonoros estimados para as diferentes zonas conduzam à alteração da Classificação Ruidosa do local.

Nesta perspectiva, os locais são sujeitos a uma nova avaliação da situação acústica provocada com a implantação da futura via, para analisar a alteração da Classificação Ruidosa dos locais e/ou se os valores de  $L_{eq}$  provocados pela exploração da estrada são superiores em mais de 10 dB(A) aos níveis sonoros característicos do ruído de fundo ( $L_{95}$ ).

No entanto, só alguns projectistas respeitam, simultaneamente, estas duas condicionantes legais aos níveis sonoros emitidos ao longo de uma via rodoviária. Os projectistas que só analisam o primeiro critério correspondem aos métodos M1, M2, M3 e M4. A equipa que contempla os dois critérios é a que segue o método M4. Nenhuma equipa segue só o exposto no segundo critério.

Com análise do cumprimento do critério da alteração da Classificação Ruidosa dos locais existe ainda alguma diferenciação entre os vários métodos aplicados pelos projectistas. Enquanto que os do método M1, M2 e M3 utilizam o  $L_{eq}$  para apreciar o ambiente sonoro futuro e o comparam com os limites estabelecidos pelo *Projecto de Novo Regulamento Geral sobre o Ruído (PN-RGR)*, não contemplando a legislação em vigor, o projectista que desenvolve o seu trabalho segundo o método M5, faz esta reavaliação segundo o *Regulamento Geral sobre o Ruído (RGR)* actualmente em vigor com o parâmetro  $L_{50}$ .

Conforme o já mencionado, a equipa a que se reporta o método M1, verifica unicamente o exposto no art. 28º (alteração na Classificação dos Locais, pelo texto actual do PN-RGR), alegando que o art. 20º ( $L_{eq} - L_{95} \leq 10$  dB(A)) só se aplica a *Actividades Ruidosas* e que a circulação de veículos numa via não constitui uma *actividade*, não se enquadrando, por isso, no espírito da legislação em vigor. É também de referir que o parâmetro adoptado por estes projectistas (método M1) para avaliação dos impactes sonoros e determinação das medidas de minimização é o  $L_{eq}$  e não o  $L_{50}$  previsto no RGR, não aplicando o actual texto legal.

Já o projectista do método M4 aplica o exposto no articulado do RGR (verificação de ambos os art. 20º e 28º), enquanto que as equipas dos métodos M3 e M5 apesar de mencionarem o art. 20º não o utilizam na avaliação do impacte sonoro.

O projectista do método M2, além de satisfazer as exigências do RGR, considera necessária a implementação de medidas de protecção sonora a partir de uma diferença  $L_{eq}(\text{Previsto}) - L_{eq}(\text{Sit. Referência}) \geq 6 \text{ dB(A)}$ , identificando este tipo de impacte como muito significativo, o que algumas vezes implica a consideração de um Critério de Incomodidade mais restritivo que o do actual Regulamento.

Após a identificação dos locais sujeitos a níveis sonoros excessivos, os projectistas consideram a implementação de medidas de minimização que, conforme foi mencionado no início deste item, se pode revestir de diversas formas: *Protecção Local, Contínua e Mista*.

Para a *Fase de Exploração* os projectistas aconselham a colocação de dispositivos de atenuação sonora de três tipos: *Protecção Local*, pela colocação de Janela ou Vidro Duplo; *Protecção Contínua*, sob a forma de Barreiras Acústicas constituídas por diferentes tipos de material, consoante se queira criar uma zona absorvente ou dispersiva; *Protecção Mista*, quando pela extensão dos impactes gerados ou pela exagerada proximidade à plataforma da estrada seja impossível recorrer unicamente a Barreiras Acústicas e se opte por satisfazer as necessidades de atenuação sonora com janelas ou vidro duplo.

A escolha do tipo de protecção a adoptar depende da localização e número das edificações a proteger, do tipo de utilização prevista e existente no local e da eficiência pretendida para os elementos protectores, de forma a permitir a redução do nível sonoro que afecta as populações.

Normalmente, todos os projectistas consideram a utilização de Barreiras Acústicas quando se trata de proteger aglomerados de habitações, zonas escolares, hospitalares e locais com actividade ocupacional exterior significativa. Apesar de serem lugares de repouso e recolhimento com exigências de baixo nível sonoro ambiente, as Igrejas, Cemitérios, Monumentos Nacionais e Parques são bastante maltratados pelos projectistas, sendo estes

casos analisados algumas vezes só após indicação das autoridades coordenadoras dos projectos.

No caso de edifícios isolados, as equipas projectistas optam por fazer um acréscimo de isolamento de fachada que, apesar de não proteger o espaço exterior é normalmente eficiente na utilização interior das habitações. Esta solução também se justifica por razões económicas, uma vez o custo associado a uma protecção contínua é muito superior ao de uma protecção local, pelo que a relação custo/benefício não é considerada compensatória.

É também de referir que a colocação de vidros duplos não resolve completamente o problema do ruído de tráfego, uma vez que actua predominantemente nas médias e altas frequências e não nas baixas que constituem essencialmente o espectro do ruído de tráfego rodoviário.

No caso da recomendação de substituição das janelas simples pelas janelas duplas o ganho, relativamente à opção anterior, é superior, apesar de não proteger completamente os receptores, dado que permite uma maior abrangência em termos de frequências.

Em qualquer dos casos, para situações em que se pretenda uma redução do nível sonoro superior a aproximadamente 35 dB(A) deverão ser utilizadas janelas duplas e para atenuações da ordem dos 30 dB(A) poderão ser substituídas as janelas com vidro simples por outras com vidro duplo.

Todos os projectistas terminam esta fase do Estudo de Impacte Sonoro com a indicação das zonas a proteger e da protecção preconizada para cada local, com a respectiva estimativa de custos inerente às soluções consideradas.

## 6.5 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas

O Estudo Específico das Barreiras Acústicas surge como um complemento ao Estudo de Impacte Ambiental, como forma de materializar as preocupações ambientais tidas durante a fase de projecto. Este estudo deve fazer parte integrante do EIA, uma vez que a sua construção é indispensável para garantir uma boa qualidade do novo ambiente sonoro gerado com a construção e exploração da nova via, não permitindo a sua degradação por

falta de colocação de elementos protectores para os receptores que se localizam na área de influência da estrada.

Apesar de ser uma situação evidente, não está contemplada na legislação actual e mesmo o Ministério do Ambiente não exige que este volume de Medidas de Minimização seja entregue para aprovação do Estudo de Impacte Ambiental.

A necessidade de implementação de medidas de minimização sob a forma de Protecção Contínua implica o seu dimensionamento e caracterização.

Neste estudo as equipas projectistas fazem o dimensionamento de cada uma das barreiras acústicas consideradas na escolha do tipo de medidas de minimização. Este dimensionamento pormenorizado tem em atenção as previsões dos níveis sonoros efectuadas anteriormente, o nível sonoro máximo pretendido para o local, o tipo de material constituinte da Barreira, com a topografia do local, as condições de propagação sonora dos diversos locais e o tipo de tráfego esperado para o local.

À semelhança do que já foi exposto para a Determinação dos Impactes Ambientais, na fase de exploração, também nesta etapa a principal diferença entre os vários métodos utilizados pelos projectistas reside nas bases de cálculo consideradas.

A equipa projectista que se rege pelo método M1, utiliza um programa de origem americana WYLE<sub>®</sub>, que tem como variáveis a atenuação sonora indispensável à manutenção da classificação face ao ruído dos locais, a localização dos edifícios em relação à futura via, o perfil transversal-tipo da estrada e o tipo de revestimento existente entre a nova estrada e as edificações em causa.

O projectista do método M2, que criou um programa próprio para dimensionamento das Barreiras Acústicas BARR<sub>®</sub>, também considera as variáveis definidas para o método anterior às quais acrescenta o ângulo de incidência das ondas sonoras e um "Espectro Médio do Ruído de Tráfego Rodoviário" que, segundo diz, corresponde à situação sonora gerada com a circulação do tráfego, para averiguar a eficiência das barreiras que propõe para os locais identificados no Estudo de Impacte Sonoro.

No entanto, verifica-se que o "Espectro Médio" considerado é o mesmo para todos os projectos analisados, apesar de ser diferente o tipo de



tráfego que percorre as diversas estradas, tanto no que se refere à percentagem de pesados como ao volume de tráfego circulante.

A equipa do método M3, com a ajuda de um programa de origem francesa MICROBRUIT<sup>®</sup>, faz o dimensionamento das Barreiras Acústicas à custas das variáveis definidas para o método M1, referindo além destas, a contabilização da difracção vertical e horizontal e os diferentes tipos de reflexão.

Os projectistas do método M4 que realizam o cálculo analítico recomendado pelo CETUR, têm em consideração as variáveis referidas no método M1.

No que diz respeito ao método M5, este projectista utiliza um programa, elaborado por si, que se baseia nos pressupostos do CETUR e contempla todas as variáveis definidas para o método M1.

Além das referidas, e de forma idêntica ao que se passa para o método M2, esta equipa projectista adopta um “Espectro Médio de Referência para um  $L_{eq}$  de 70 dB(A)”, que considera fundamental para a escolha do tipo de Barreira Acústica a adoptar, baseado na metodologia francesa que utiliza, sem analisar casos em que o ruído previsível, a partir da constituição do tráfego e da velocidade, seja superior ou inferior ao indicado.

Nenhum dos outros projectistas (métodos M1, M3 e M4) refere o “Espectro de Tráfego Rodoviário” utilizado no desenvolvimento do estudo, o que não permite qualquer tipo de controlo durante a fase de exploração da via.

Todos os projectistas terminam o Estudo de Impacte Sonoro com a escolha do material a aplicar, dentro do tipo considerado durante o cálculo, de acordo com critérios de integração paisagística, de comodidade visual para os utilizadores da estrada e população marginal, de custo e de disponibilidade de materiais.

A indicação do tipo de Barreira Acústica que pretendem ver implantada no local, de acordo com a sua opinião, será a mais eficiente para o ruído em causa, sendo indicadas as dimensões da barreira e os pormenores de execução necessários para uma correcta Implantação e montagem, de forma a maximizar a sua eficácia. Finalmente elaboram um resumo de medições e orçamento para quantificar o custo da solução proposta.





## 6.6 - Estudo do Impacte em Animais

O estudo do impacte sonoro em animais, gerado pela circulação rodoviária tem sido um pouco menosprezado pelos principais intervenientes no planeamento, projecto, construção e exploração das estradas.

Sendo certo que só após a entrada de Portugal na Comunidade Europeia se iniciou um processo algo acelerado de construção de infra-estruturas viárias, é recente a preocupação em termos ambientais. Nesta perspectiva, a preocupação com o efeito da alteração do nível sonoro do habitat natural dos animais assumiu um plano secundário relativamente à protecção das pessoas.

Após algumas queixas que já se começam a verificar, perante algumas entidades oficiais, por produtores com explorações de animais domésticos, surge a necessidade de se pensar o problema e equacionar as soluções a adoptar.

Das reclamações apresentadas salientamos as que se referem a animais de aviário, coelheiras e explorações de equídeos. As queixas dos produtores referiam-se a diminuição na produção (por exemplo de ovos nas galinhas) e na reprodução (o exemplo apresentado refere-se à reprodução de coelhos) que só se manifestou após a entrada em serviço da estrada que se situava na proximidade das propriedades atingidas.

No que diz respeito às explorações de equídeos, os proprietários revelaram que os cavalos demonstravam sinais de alguma intranquilidade que por vezes se tornava algo perigosa, uma vez que deixava de ser possível garantir o seu comportamento social, não só com os tratadores como com os cavaleiros.

Além dos problemas evidentes com que nos deparamos nos animais domésticos, também a fauna selvagem é muito afectada pela alteração das suas condições de vida habituais.

A introdução de um novo elemento perturbador, não experimentado anteriormente vai provocar algumas modificações no comportamento dos animais, principalmente na relação de interdependência que se verifica existir entre diferentes espécies.





Um dos tipos de ligação mais afectada é a relação presa-predador, principalmente todas as que dependem da componente auditiva como forma de detecção da caça ou do caçador. Neste caso, a transformação do habitat sonoro pode mesmo levar à extinção de espécies que deixam de se poder compatibilizar uma vez que a comunicação não se estabelece.

Subsiste também o problema de stress provocado pela passagem periódica de veículos que pode criar uma resposta condicionada dos animais, inibindo o seu comportamento. Esta situação, por exemplo nas aves de rapina pode provocar uma diminuição da reprodutividade e, conseqüentemente, maiores probabilidades de extinção da espécie.





## 7 - FUNDAMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM MÉTODO IDEAL DE AVALIAÇÃO DE IMPACTE SONORO, EM PORTUGAL

### 7.1 - Objectivos

Neste capítulo pretende-se definir e sintetizar alguns dos passos fundamentais para a realização de um Estudo de Impacte Ambiental (EIA) de Projectos Rodoviários, na área sectorial do Ruído.

Para tal enumeram-se fundamentos para uniformizar os procedimentos correspondentes às diferentes fases do EIA e sugerir novas formas de agir, sempre que se verifique essa necessidade.



### 7.2 - Parâmetros

No desenvolvimento deste capítulo, utilizar-se-ão os parâmetros acústicos  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{eq}$  e  $L_{95}$ , em dB(A).

Tendo em atenção o facto de todos os programas conhecidos de previsão dos níveis sonoros só permitirem o cálculo directo do  $L_{eq}$  e nunca do  $L_{50}$ , exigido pela actual legislação (RGR), os elementos recolhidos (8) e (9), cujos resultados demonstram uma variação da diferença entre o  $L_{eq}$  e o  $L_{50}$  variável num intervalo de 0 a 7 dB(A), deverá ser assumida a situação mais desfavorável, na qual a diferença entre o  $L_{eq}$  e o  $L_{50}$  é nula, apesar de só ocorrer em situações muito concretas. Esta actuação considera-se representativa de uma protecção acrescida para o receptor deste tipo de ruído. Qualquer valor diferente de "Zero" só deverá ser aceite desde que devidamente justificado e validado.

Neste sentido, toda a verificação de compatibilidade dos valores estimados para os parâmetros acústicos, no âmbito do art. 28º do RGR, na situação de exploração e construção da nova via, com a legislação actual será analisada em termos de  $L_{50}$ , mas considerando a relação referida,  $L_{50} = L_{eq}$ .



se esta representada pela anterior, excepto no caso de se verificarem situações características do local que tornem único o ambiente sonoro da zona.

A Campanha de Medições no campo deve incluir o reconhecimento do traçado para identificação das utilizações sensíveis ao ruído, no limite e dentro da faixa definida pela isófona de  $L_{eq} = 65$  dB(A) no Ano Horizonte de Projecto, e a sua compatibilização com os locais identificados na fase precedente, para posterior realização das medições.

Em cada ponto deve ser analisada a situação do ambiente sonoro no período diurno e nocturno, para avaliar o real diferencial existentes entre o ambiente sonoro destes dois períodos do dia.

No caso de não ser realizada campanha de medições nocturnas sugere-se a aplicação do procedimento aconselhado pelo CETUR (4) que recomenda a utilização de um diferencial de 5 dB(A) entre o nível sonoro  $L_{eq}$  correspondente ao período diurno e nocturno, a seguir transcrito:

*“Diversos países (nomeadamente a República Federal da Alemanha) consideram que existe uma diferença média de nível sonoro entre o período diurno e nocturno de 5 a 10 dB(A). Esta diferença corresponde a uma média generalizada que pode ser observada a partir de um grande número de situações correntes.*

...

*Na falta de indicações precisas, pode-se considerar, como primeira aproximação, que uma diferença média de 5 dB(A) entre o  $L_{eq}$  do período diurno e nocturno, corresponde a uma situação corrente.”*

A consideração de um valor diferente de 5 dB(A) deverá ser aceite, desde que seja tecnicamente justificada e validada.

Cada medição deve ter uma duração mínima de 15 minutos por ponto e ser representativa do local em questão, isto é, deve transmitir o tipo de envolvente sonora existente, não coincidindo com eventos ocasionais como feiras ou festas tradicionais, eventos desportivos, etc., além de ser de evitar a consideração do ruído de animais ou de obras nas proximidades.

Os parâmetros acústicos a avaliar são o  $L_{50}$ ,  $L_{eq}$  e  $L_{95}$ .



Apesar de só os três parâmetros referidos terem implicações na legislação actual é aconselhável a indicação do  $L_{10}$ , para uma melhor avaliação da qualidade das medições realizadas, nomeadamente no que se refere à consideração de ruídos pontuais exacerbados, relativamente ao ambiente sonoro da região.

A fase final da caracterização da *Situação de Referência Inicial* corresponde à *Classificação dos Locais existentes ao longo da estrada ou corredores*, de acordo com o RGR, tendo por base o parâmetro acústico  $L_{50}$ , sintetizado no Quadro 7.1.

No que se refere às peças desenhadas a apresentar nesta fase do EIA, elas incluem a localização de todos os pontos de medição à escala de projecto e a definição da mancha correspondente à isófona  $L_{eq} = 65$  dB(A) no Ano Horizonte de Projecto, à escala 1:25 000 se a extensão do traçado for superior a 5 km ou à escala 1:10 000 no caso oposto.

Classificação dos Locais para implantação de edifícios	
Pouco Ruidosos	Locais que satisfaçam os seguintes níveis sonoros: $L_{50} \leq 65$ dB(A) entre as 7 horas e as 22 horas; $L_{50} \leq 55$ dB(A) entre as 22 horas e as 7 horas.
Ruidosos	Locais que não estão contemplados na definição de Locais Pouco Ruidosos e que satisfaçam a: $L_{50} \leq 75$ dB(A) entre as 7 horas e as 22 horas; $L_{50} \leq 65$ dB(A) entre as 22 horas e as 7 horas.
Muito Ruidosos	Locais que não estão contemplados nas definições de Locais Pouco Ruidosos e Ruidosos.

QUADRO Nº 7.1 - CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS SEGUNDO O RGR

### 7.3.2 - Situação no Ano Horizonte de Projecto

A previsão do ruído ambiente para a *Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto* deve resultar da aplicação dos índices de crescimento indicados a nível nacional para os factores demográficos, industriais, de transportes, serviços, etc., correspondentes à área interessada



pela construção da estrada. A utilização destes índices permite ter uma noção do tipo de desenvolvimento industrial, do volume e distribuição do tráfego, da movimentação e variação das populações, evidenciando uma tendência de aumento, manutenção ou diminuição do nível sonoro ambiente da região.

Nos EIA a efectuar, os projectistas do Estudo Acústico têm a sua tarefa um pouco facilitada, dado que surgem numa fase posterior ao Estudo de Tráfego e podem aproveitar os índices de evolução considerados neste trabalho para avaliar o tipo de situação futura a ocorrer sem a construção da nova via, pela análise da "Rede Viária Actual".



A previsão assim efectuada tem uma base fundamentada que espelha a realidade esperada para a região, permitindo uma caracterização mais realista da envolvente sonora futura sem os benefícios ou prejuízos que advirão da construção da nova estrada.

## 7.4 - Determinação dos Impactes Ambientais

### 7.4.1 - Fase de Construção

Na fase de construção são inúmeros os equipamentos e máquinas em funcionamento. Para ter uma noção aproximada do ruído gerado durante esta fase de obra, as equipas projectistas devem ter uma ideia da constituição de um estaleiro - tipo e das operações e equipamentos utilizados nas diversas fases de construção da estrada, assim como o seu escalonamento durante a obra.

Após contabilização dos equipamentos de construção e da simultaneidade das suas operações, será feita a previsão dos níveis sonoros efectivos, de uma forma realista, através da utilização dos níveis sonoros máximos admitidos pela legislação ou directivas actuais. Em alternativa poderão ser utilizados outros valores para os níveis sonoros de equipamentos, desde que individualmente justificados para cada tipo de máquina ou equipamento.

Esta forma de actuar permitirá determinar a envolvente sonora da zona de estaleiro e de obra, em termos do parâmetro  $L_{eq}$  e a localização da linha isófona de  $L_{eq} = 65$  dB(A) e 55 dB(A) consoante se trate do período diurno ou nocturno, dentro da qual não poderá existir qualquer aglomerado



habitacional, excepto se se garantir que os níveis sonoros impostos pelo RGR para estes tipos de utilizações (Actividades Ruidosas e Habitação) não sejam ultrapassados.

Na fase de obra, todas as actividades que decorrem durante a construção da estrada estão sujeitas à legislação actual (RGR). Neste contexto têm de satisfazer os requisitos enunciados no art. 20º, referentes ao critério de incomodidade sonora. Assim, o ruído gerado pelos equipamentos e máquinas de construção deve respeitar a condição  $L_{eq,RP} - L_{95,RF} \leq 10 \text{ dB(A)}$ .

Em todos os casos onde se verifique que a condição referida no art. 20º não é cumprida será necessário impor a implementação de medidas de minimização para reduzir o incómodo sonoro provocado pela construção da nova estrada.

#### 7.4.2 - Fase de Exploração

Durante esta fase da vida útil da estrada, a principal fonte de ruído no local será proveniente da circulação de veículos.

A previsão dos níveis sonoros gerados com a passagem do tráfego na nova via é determinada pelas equipas projectistas tendo como base a influência de alguns parâmetros, nomeadamente, o volume de tráfego, a percentagem de veículos pesados, a subdivisão do tráfego por faixas e vias de rodagem, a velocidade de circulação, o perfil transversal-tipo, o perfil longitudinal da estrada, as características topográficas da envolvente, tipo de ocupação existente na proximidade, as condições de propagação do meio e a distância da fonte sonora (estrada) aos receptores (habitantes).

O volume de tráfego a considerar para a previsão dos níveis sonoros futuros é o Tráfego Equivalente ( $T_{eq}H$ ) determinado a partir do Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) estimado no estudo de Tráfego, de acordo com a seguinte expressão:

$$T_{eq}H = \text{TMDA} / 17^k \quad , \text{ sendo } k \text{ uma constante}$$

De acordo com o período do dia em que se faz a previsão dos níveis sonoros e com o tipo de estrada em estudo (IP, IC, OE), a constante  $k$  toma diferentes valores, que pretendem representar as condições médias de circulação nesse período.





No período diurno considerar-se-á  $k = 1$ , ou seja,  $T_{eq}HD = TMDA / 17$ , atitude aconselhada pelo CETUR (4) onde se refere:

*“ O volume de tráfego horário (TMH = TMD / 17) poderá ainda ser utilizado como indicador global da circulação rodoviária.*

*Intimamente ligado ao  $L_{eq}$  e à incomodidade manifestada nos estudos e inquéritos realizados, será considerado representativo de uma situação média, na maior parte dos locais correntes.”*



No período nocturno, o resultado da análise estatística efectuada em vários pontos de contagem de tráfego nas estradas da Rede Rodoviária Nacional desde 1990, permite definir um intervalo de variação da constante  $k$  entre [3, 4]. Dentro deste intervalo, o valor a considerar para a constante  $k$ , também depende da classificação da estrada, assim:

- IP ou IC             $k = 3$ ,             $T_{eq}HN = TMDA / 17 * 3$
- OE                     $k = 4$ ,             $T_{eq}HN = TMDA / 17 * 4$

Outro dos factores referidos, a subdivisão do tráfego por vias e faixas de rodagem tem uma influência considerável nos valores do nível sonoro obtidos para a envolvente próxima da área da estrada. Assim e de acordo com a realidade evidenciada no terreno, optou-se por considerar uma divisão de 50% do tráfego por faixa de rodagem e dentro destes atribuir 2/3 do tráfego à via exterior, onde se concentram todos os pesados, e 1/3 à via interior, conforme se representa na Figura nº 5.1.

A esta subdivisão de tráfego está subjacente uma velocidade de circulação característica, que se considera sempre inferior na via mais à direita (como exemplo, poder-se-á utilizar uma velocidade na via à direita inferior em cerca de 20 km/h à velocidade da via esquerda).

A velocidade a empregar pelo projectista, na previsão do nível sonorofuturo, tem de ser a velocidade previsível de circulação ( $V_{PC}$ ), que raramente é coincidente com a velocidade de projecto ( $V_{Proj}$ ) utilizada para determinar as características geométricas da estrada. Neste contexto, a velocidade a utilizar será dada por:  $V_{PC} = V_{Proj} * 1.20$ .



A consideração de todos os parâmetros mencionados nos parágrafos anteriores resultará numa estimativa dos níveis sonoros a atingir na "Zona da Estrada" e em todos os pontos onde existam ocupações sensíveis ao ruído do tráfego rodoviário.

Com os valores do nível sonoro obtidos, estudar-se-á a necessidade de implementação de medidas de minimização, que é abrangida pela actual legislação, o Regulamento Geral sobre o Ruído no seu art. 28º, onde se refere que as entidades responsáveis pelo planeamento das vias de tráfego devem considerar as medidas de minimização indispensáveis à manutenção do tipo de ocupação existente e prevista.

A aplicação deste artigo, incluído no capítulo de Ruído de Tráfego é inquestionável e implica a consideração de medidas de minimização sempre a perturbação introduzida no ambiente sonoro anterior à construção da estrada tenha implicações nas actividades da zona. Esta postura envolve a não alteração da Classificação dos Locais face ao ruído, onde se sente a influência sonora da estrada.

Neste contexto e dado que, de acordo com o art. 28º do RGR, se a área onde existem ou se prevê que venha a ocorrer a construção de edifícios com utilizações sensíveis ao Ruído tiver uma classificação na Situação de Referência Inicial, o nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{eq}$ ), considerado simplificada e equivalente ao  $L_{50}$  no presente texto, a emitir pela nova via não deverá ser superior a 65 dB(A) durante o período diurno ou a 55 dB(A) durante o nocturno para permitir a manutenção da mesma classificação do Local.

Já a utilização do art. 20º, incluído no Capítulo respeitante às Actividades Ruidosas, e só aplicado por alguns projectistas, é de algum modo dúbia e susceptível de interpretações diferentes, de acordo com a opinião das entidades que adjudicam os estudos.

As entidades que consideram fundamental a preservação de um ambiente sonoro semelhante ao verificado antes da implantação da estrada utilizam, em simultâneo, o Critério de Incomodidade (art. 20º do RGR) e o art. 28º de não alteração da Classificação Ruidosa do local. Aquelas que entendem a condição patente no art. 28º como exclusivamente dedicada ao tipo de



utilização existente e previsto para o local só verificam a alteração de Classificação do local.

Neste trabalho considera-se importante a utilização dos dois critérios para avaliação do impacte na fase de exploração, uma vez que é necessário além de viabilizar as utilizações existentes e previstas para a área afectada, proteger os seus ocupantes preservando a qualidade do ambiente sonoro em que se movimentam.

A manutenção de níveis sonoros não muito diferentes dos verificados antes da construção e exploração da estrada implica, de acordo com o indicado na NP-1730/1981 (91), um aumento do nível sonoro máximo de 10 dB(A) como forma de evitar reclamações frequentes das populações quanto ao ruído introduzido por este novo elemento agressor da qualidade sonora da zona.

Na sequência desta análise, deverão ser identificados todos os locais sujeitos a Impacte Sonoro, ou seja, quando se verifica alteração na Classificação dos Locais face ao ruído ou quando o nível sonoro da região aumenta mais de 10 dB(A) e que serão objecto de estudo de medidas de minimização.

Estes locais devem ser todos representados à escala de projecto.

## 7.5 - Determinação das Medidas de Minimização

### 7.5.1 - Introdução

A determinação das medidas de minimização a implantar durante a fase de construção da estrada tem dois tipos de abordagem conforme se esteja a tratar de um Estudo Prévio de uma nova via ou de um Projecto de Execução.

No primeiro caso, as medidas de minimização propostas pelos projectistas dizem respeito a áreas de influência com um grau de incerteza elevado, uma vez que o traçado proposto se situa num Corredor com uma largura de aproximadamente 400 m, o que torna impraticável a definição exacta das áreas atingidas.

Nesse sentido, as medidas de minimização referem-se às utilizações sensíveis ao ruído que se situam nas imediações do eixo proposto e

pretendem, essencialmente, avaliar o impacte que a implantação da estrada naquela região irá ter na qualidade do ambiente sonoro existente numa fase anterior à entrada em exploração da estrada, além de possibilitarem a comparação entre diferentes Corredores propostos pelos projectistas de traçado.

No segundo caso, de Projecto de Execução, os projectistas têm um eixo definido e estudado com todo o pormenor, surgindo as medidas de minimização como uma forma concreta de reduzir o impacte sonoro provocado pela construção e exploração da estrada, sendo necessário efectuar o seu dimensionamento e caracterização em termos de soluções e materiais a aplicar, além de ser definida a sua localização rigorosa nos locais afectados.

No entanto, quer se esteja na fase de Estudo Prévio quer de Projecto de Execução, a determinação das medidas de minimização a implementar obedece a certos requisitos que serão indicados nas alíneas seguintes, consoante se trate da fase de Construção da estrada ou já da sua Exploração.

#### 7.5.2 - Fase de Construção

Durante a fase de Construção, sempre que se verifique que o valor previsto para o  $L_{eq}$  correspondente não cumpre o exposto no art. 20º do RGR devem obrigatoriamente ser consideradas medidas de minimização para reduzir o impacte provocado por essas operações.

As medidas mitigadoras do impacte sonoro a considerar para este tipo de ruído podem incluir a restrição à localização das zonas de estaleiro (que devem ser o mais afastadas possível dos aglomerados), a colocação de Barreiras Acústicas provisórias nas zonas mais ruidosas (por exemplo, a zona de estaleiros), o aviso atempado das populações aquando da ocorrência de operações como cravação de estacas, desmonte de maciços a fogo, etc., ou a restrição obrigatória do horário de trabalho ao período diurno.

No caso da colocação de Barreiras Acústicas provisórias, o seu dimensionamento segue o mesmo procedimento utilizado para as Barreiras Acústicas consideradas na fase de Exploração.



### 7.5.3- Fase de Exploração

Durante a vida útil da obra, o ruído do tráfego rodoviário constituirá a principal fonte de incómodo sonoro sentido nas zonas limítrofes da via, identificadas como sujeitas a impacto sonoro na fase precedente. Para minimizar os inconvenientes provocados pela sua exploração, devem ser implementadas certas medidas que permitam a manutenção ou pelo menos a não degradação da qualidade de vida das populações.



As medidas mitigadoras a considerar poderão adoptar a forma de Barreiras Acústicas Naturais ou Pré-fabricadas, aumento de Isolamento de Fachada ou uma solução mista, sempre que se verifique a impossibilidade de recorrer a um único sistema de medidas de minimização para redução do nível sonoro ambiente gerado com a exploração da estrada.

A opção entre os diferentes tipos de medidas a considerar resulta de um estudo económico que tem em atenção a relação custo-benefício, a integração paisagística da protecção adoptada, os hábitos da população da região e o tipo de minimização pretendido.

Nesta perspectiva, não é economicamente viável a construção de Barreiras Acústicas para protecção de habitações isoladas com ocupação exterior limitada, decidindo-se por uma solução de Acréscimo de Isolamento de Fachada.

A forma de implementar o Acréscimo de Isolamento de Fachada pretendido para cada um dos receptores considerados depende do nível sonoro exterior e daquele que se pretende atingir no interior das habitações.

Neste caso e para dimensionamento do tipo de Janelas a implementar (Janela dupla ou Janela com vidro duplo), os projectistas devem avaliar qual a atenuação sonora que é necessário introduzir na fachada para respeitar o art. 20º do RGR no interior dos edifícios, ou seja, a exploração da estrada não poderá induzir um nível sonoro  $L_{eq}$  superior em mais de 10 dB(A), relativamente ao  $L_{95}$  correspondente à Situação de Referência no Ano Horizonte de Projecto.

Tendo determinado qual a atenuação a introduzir, o projectista está em condições de indicar qual o novo  $R_{45}$  exigido para a fachada do edifício de forma a cumprir as exigências do RGR. Sabendo o  $R_{45}$  mínimo da fachada,

são conhecidas as características de Isolamento aos Sons Aéreos que a janela a colocar deve ter.

A colocação de Janelas Duplas ou Janelas de Vidro Duplo vai diminuir a ventilação natural da habitação em que são inseridas. Assim, para evitar problemas relacionados com o conforto higrotérmico e de ventilação é necessário introduzir nas paredes exteriores orifícios de ventilação com tratamento acústico.

No caso de aglomerados populacionais (pelo menos cinco habitações), a utilização de Barreiras Acústicas já se revela vantajosa, pois permite mais do que uma protecção do ambiente sonoro interior a redução do nível sonoro no exterior permitindo a manutenção das actividades ao ar livre.

Se existirem utilizações próximas da via muito sensíveis ao ruído, como o caso de escolas, hospitais, etc., a consideração de Barreiras Acústicas é a forma mais aconselhável de resolução do problema introduzido.

#### 7.6 - Estudo Específico de Barreiras Acústicas

O dimensionamento das Barreiras Acústicas envolve a determinação da sua altura, extensão e material constituinte.

Para esse dimensionamento existem alguns parâmetros fundamentais que é preciso considerar, nomeadamente, os níveis sonoros determinados para a análise de Impacte Sonoro (o volume de tráfego, a percentagem de pesados, a velocidade de circulação), o "Espectro Típico" da circulação rodoviária em estudo, o tipo de terreno da envolvente ao traçado, a localização relativa entre a fonte e os receptores do ruído, o nível sonoro final pretendido e o tipo de material a utilizar na construção das Barreiras Acústicas.

O "Espectro Típico" do ruído de tráfego rodoviário deverá ser determinado a partir do  $L_{eq}$  obtido para o tipo e volume de tráfego circulante na nova via, sendo ajustado para a frequência de 1 000 Hz, de acordo com o princípio genérico indicado por Hamayon (7) e referido no Quadro nº 7.2.

Frequências	Hz	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Espectro	dB	+6	+5	+1	0	-2	-8

QUADRO Nº 7.2 - "ESPECTRO TÍPICO" NORMALIZADO PARA O TRÁFEGO RODOVIÁRIO

O valor considerado para o  $L_{1000}$  é obtido em função do valor do parâmetro  $L_{eq}$  em dB(A), determinado na fase anterior pela seguinte relação:

$$L_{1000} = L_{eq} - 5 \quad (\text{dB})$$

conduzindo ao espectro mencionado no Quadro nº 7.3, em relação ao descritor  $L_{eq}$ , estimado para a distância de localização das Barreiras Acústicas.

Frequências	Hz	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Espectro	dB	$L_{eq} + 1$	$L_{eq}$	$L_{eq} - 4$	$L_{eq} - 5$	$L_{eq} - 7$	$L_{eq} - 13$

QUADRO Nº 7.3 - RELAÇÃO ENTRE O  $L_{eq}$  E O "ESPECTRO TÍPICO" DO RÚIDO RODOVIÁRIO

A consideração de todos os dados anteriormente referidos determinará as características geométricas (altura e extensão) de cada uma das Barreiras Acústicas dimensionadas e o tipo de material a adoptar, de forma a maximizar o efeito de atenuação sonora pretendido para o local.

No que se refere às Barreiras Acústicas, o projectista terá de analisar o tipo de ambiente sonoro que pretende para a estrada, o que lhe permitirá definir o material a aplicar.

A escolha criteriosa do tipo de Barreiras a adoptar em cada situação, depende do tipo de ocupação existente no local e da sua posição relativa no terreno, da proximidade à plataforma da estrada e da envolvente ambiental existente, podendo-se sugerir a seguinte atitude:

- Quando se pretende uma redução efectiva do nível sonoro local no exterior, como no caso de zonas hospitalares, escolares, religiosas, de repouso ou parques deve-se optar por barreiras absorventes;
- No caso de não ser necessário reduzir, na zona da estrada o nível sonoro, apesar de se diminuir na sua envolvente mais

próxima, poder-se-á optar por barreiras reflectoras, dispersivas ou não na face interior em contacto com a estrada, consoante a existência ou não de utilizações sensíveis no lado oposto da barreira;

- Se se escolherem barreiras reflectoras, deverá ser cuidado o aspecto da sua colocação em obra, onde é conveniente proceder a uma inclinação dos painéis de cerca de 5° para o exterior, como forma de evitar o aumento do nível sonoro na zona da estrada, ao desviar as ondas sonoras para a atmosfera.

O Estudo Específico de Barreiras Acústicas termina com a representação em planta, perfil longitudinal e perfis transversais da barreira determinada, a execução dos pormenores de colocação em obra e de fixação necessários ao bom desempenho do sistema recomendado e uma quantificação dos materiais e custos envolvidos no projecto específico.

O tipo de material a empregar na barreira acústica dimensionada deve ser enquadrado na paisagem envolvente e ter um aspecto agradável tanto para os utilizadores da via como para os habitantes das edificações afectadas, ser de fácil manutenção e limpeza, além de cumprir os objectivos para que foi destinado.

### 7.7 - Estudo do Impacte Sonoro em Animais

É do conhecimento geral que a alteração do campo sonoro da área mais próxima da zona da estrada, irá provocar modificações no tipo de relação que se desenvolve entre os diversos animais e na sua capacidade de resposta que pode ficar limitada.

Conforme os estudos já realizados nos EUA, relativos à Influência do ruído provocado pela passagem de aviões em diversas classes de animais (11), verifica-se que o aumento do nível sonoro transtorna o comportamento dos animais.

Os estudos realizados dizem respeito tanto a animais domésticos como a animais selvagens.

Das experiências realizadas com animais domésticos (11) (cavalos, bois, porcos, cabras, coelhos, galinhas, etc.) ficou demonstrado que o seu comportamento sofria alterações provocadas pela modificação do ambiente sonoro da sua envolvente mais próxima. Essas alterações ambientais traduziram-se em redução da produção e instabilidade de comportamento nesses animais.

A investigação desenvolvida sobre os animais selvagens (11) como os predadores (águias, mochos, etc.), tem como objectivo a análise do seu comportamento em situação de alteração do ambiente sonoro, a sua capacidade de adaptação e a influência que estes parâmetros terão na reprodução destes animais.

Existe ainda um outro estudo dedicado à relação "Presas-Predador" (11) que analisa a capacidade de sobrevivência das espécies.

Neste trabalho de investigação, analisar-se-ão os problemas relacionados com a diminuição da capacidade auditivas tanto da presa como do predador. Esta situação inibe a percepção dos ruídos emitidos pelas diferentes espécies, causa um estado de stress típico do estímulo sonoro provocado pela passagem dos veículos que cria um mecanismo de resposta - reflexo.

Assim, será conveniente analisar o nível sonoro inicial em todos os locais identificados como reservas naturais, onde a presença de espécies protegidas pode condicionar a implantação do traçado, pela influência negativa que poderia advir para a manutenção das espécies, uma vez que é do conhecimento dos técnicos especializados neste domínio que nada ocorre no ambiente de uma zona que não tenha implicações profunda sobre o ecossistema local.

Relativamente ao diferencial máximo a admitir para estes locais específicos considera-se, à falta de melhor informação disponível sobre o assunto), que deverá respeitar os mesmos critérios utilizados para definir o impacte sonoro nos habitantes da região, ou seja, a verificação do art. 20º e 28º do RGR, em simultâneo.



## 7.8 - Monitorização dos Impactes Sonoros

A monitorização dos Impactes é uma fase que deve surgir com uma dada periodicidade ao longo da vida útil da estrada.

Deve estar sempre presente e referida nos EIA, contemplando pelo menos 3 intervenções tipo - Abertura da estrada ao tráfego (durante o segundo semestre de entrada em exploração), Anos Intermédios (5 em 5 anos) e Ano Horizonte de Projecto, sendo as contagens de tráfego simultâneas com a realização de medições e medição da velocidade de circulação.

Os pontos de monitorização a considerar devem os identificados no EIA como afectados pelo ambiente sonoro gerado pela estrada e as medições a realizar em cada um desses pontos devem ficar a cargo de laboratórios de acústica acreditados pelo IPQ e nunca a cargo das mesmas entidades que realizaram o EIA correspondente.

Sempre que se verifiquem desvios significativos, face às previsões de nível sonoro efectuadas no EIA, deverá ser analisada a sua causa para averiguar da fiabilidade do método de previsão aplicado no EIA respectivo ou identificar as alterações verificadas em relação às previsões feitas para o estudo de tráfego (volume de tráfego ou percentagem de pesados) e velocidade de circulação.

Uma vez averiguada a origem do problema e caso se justifique face aos valores encontrados, seria imposta a adopção de medidas de minimização adicionais para preservar a qualidade do ambiente sonoro da zona limítrofe da estrada.

Quando se verificar que os desvios significativos entretanto surgidos derivam do modelo de previsão adoptado, a aceitação da mesma equipa projectista, em trabalhos posteriores, deve ser condicionada à utilização de um novo método de previsão devidamente comprovado com resultados práticos obtidos em território nacional.

Esta monitorização de diferentes vias de tráfego, cujos níveis sonoros previstos foram igualmente obtidos por diversos modelos de previsão (de acordo com o projectista que realizou os EIA correspondentes), permitirá a criação de uma Base de Dados, com a ajuda da qual será possível analisar a fiabilidade dos métodos de previsão adoptados pelos diferentes projectistas,

na área sectorial do ruído. Seria assim possível, restringir no futuro, o uso de alguns métodos e/ou aconselhar outros.

## 7.9 - Esquematização de Plano de Execução de um Estudo de Impacte Sonoro

### I - Análise da Situação de Referência

- 1º - Análise da Cartografia
- 2º - Definição da faixa a analisar pela isófono dos 65 dB(A) no Ano Horizonte de Projecto e sua representação em escala adequada (esc. 1:25 000 para traçados com extensão superior a 5 km e esc. 1:10 000 para todos os outros)
- 3º - Identificação dos locais susceptíveis de serem afectados pela estrada
- 4º - Localização em planta à escala de projecto de todos os pontos onde se realizará a Campanha de Medições
- 5º - Reconhecimento do Traçado no Local
- 6º - Realização da Campanha de medições, anotando os parâmetros  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{95}$  e  $L_{eq}$  e as condições de medição (dia, hora, nebulosidade, vento, temperatura, duração das medições e fontes ruidosas existentes no local)
- 7º - Classificação Ruidosa dos Locais pelo  $L_{50}$
- 8º - Consulta dos dados relativos à evolução demográfica, industrial, de tráfego, etc. para a região e previsão da variação do nível sonoro entre a situação inicial e o Ano Horizonte de Projecto

### II - Previsão dos níveis sonoros futuros na Fase de Construção

- 9º - Previsão da constituição de um Estaleiro-tipo e consoante o nível sonoro máximo esperado para cada tipo de máquina e equipamento e a simultaneidade de funcionamento das mesmas, avaliar o nível sonoro esperado
- 10º - Sempre que o nível sonoro gerado na zona de estaleiro for superior ao indicado no RGR para a classificação do local na situação de referência, dimensionar medidas de minimização a realizar durante a fase de obra



11º - Sempre que o nível sonoro gerado pelo funcionamento de máquinas e equipamentos móveis for superior ao permitido pelo RGR ( manutenção da classificação do local), dimensionar medidas de minimização

### III - Previsão dos níveis sonoros futuros na Fase de Exploração

12º - Análise do Estudo de Tráfego, definição da velocidade de circulação e divisão do tráfego por faixas de rodagem

13º - Previsão dos níveis sonoros ( $L_{eq}$ ), em fase de Exploração, com base nos dados do traçado em planta e perfil longitudinal, no perfil transversal-tipo, na velocidade de circulação, no volume de tráfego, na percentagem de pesados, na subdivisão do tráfego, nas características da envolvente e na distância do receptor à fonte para todas as edificações consideradas na etapa anterior

14º - Em cada uma das edificações avaliar o novo valor do  $L_{eq}$ , compará-lo com os limites impostos pelo RGR para locais Pouco Ruidosos e verificar se estes não foram ultrapassados

15º - Para todas as edificações avaliar a diferença  $L_{eq}(\text{Previsto}) - L_{95}(\text{Sit Referência})$  e verificar se é  $\leq 10$  dB(A)

16º - Sempre que uma das duas condições anteriores não se verificar, dimensionar medidas de minimização, Acréscimo de Isolamento de Fachadas ou Barreiras Acústicas conforme a necessidade de atenuação no local

17º - Localizar em planta à escala de projecto todos os pontos identificados como sujeitos a impacte e onde serão implementadas medidas de minimização

### IV - Estudo das Medidas de Minimização na Fase de Construção

18º - As medidas de minimização a considerar nesta fase podem-se revestir da forma de Barreiras Acústicas provisórias, a dimensionar em altura e extensão para reduzir o nível sonoro no exterior da área de estaleiro

19º - No caso de operações ruidosas fora da zona de estaleiro, as medidas de minimização podem ser regras de horários de trabalho que proibam o seu funcionamento durante as horas de descanso, que podem coincidir



com o período nocturno ou ser mais restritivas e abranger fins de semana e feriados

20° - Como medida de protecção sonora, os projectistas podem limitar os locais disponíveis para estaleiros às zonas com ocupação pouco sensível ao ruído



21° - Localização em planta das áreas onde à partida será possível instalar zonas de estaleiro, ou vice-versa, onde é interdita a sua colocação

#### *V - Estudo das Medidas de Minimização na Fase de Exploração*

22° - As medidas de minimização podem ser Barreiras Acústicas, Barreiras Naturais, Isolamentos de Fachada ou soluções mistas

23° - O projectista dos locais anteriormente analisados e para os quais verificou a necessidade de implementar medidas de protecção sonora, deve estudar o tipo de intervenção a realizar, tendo em atenção a exequibilidade técnica da solução adoptada e a justificação económica do investimento

24° - No caso de aglomerados de vários edifícios a proteger (mais de cinco habitações) ou em locais em que haja necessidade de proteger o exterior devido ao tipo de ocupação a que está reservado, deverão ser previstas Barreiras Acústicas ou Naturais, conforme a disponibilidade de terrenos e de solos, cuja extensão e altura é preciso dimensionar. Quando se verifique a necessidade, poder-se-ão utilizar combinações desta forma de protecção com o acréscimo de isolamento de fachada

25° - Para habitações ou outras ocupações isoladas e sem utilização exterior significativa, a solução a adoptar poderá ser de Janelas ou Vidros Duplos, cuja espessura e distância entre os panos é preciso determinar

#### *VI - Estudo Específico de Barreiras Acústicas*

26° - Para dimensionar a altura e extensão das Barreiras Acústicas a utilizar na zona de estaleiro, o projectista deve analisar o "Espectro Médio de Ruído Rodoviário" de funcionamento do mesmo, avaliar a atenuação sonora necessária para reduzir a incomodidade da população vizinha e limitar o nível sonoro emitido para o exterior aos valores



indicados pelo RGR. Seguidamente deve indicar os materiais mais aconselháveis, assim como a forma de fixação, a altura e a sua localização

- 27º - As Barreiras Acústicas a considerar ao longo da estrada para protecção de aglomerados urbanos existentes na área de influência da estrada devem ter em consideração o "Espectro Médio de Ruído Rodoviário" para as condições de exploração da estrada, o nível sonoro previsto para o local, as condições topográficas do terreno, a localização dos receptores e a atenuação sonora necessária para satisfazer os requisitos do RGR
- 28º - Este estudo deve terminar com a localização das Barreiras Acústicas em planta, perfil longitudinal e perfil transversal, incluindo a forma de fixação e sustentação dos panos





## 8 - CONCLUSÕES E LINHAS GERAIS DE DESENVOLVIMENTO FUTURO



O trabalho agora concluído teve por objectivo principal a definição de requisitos e procedimentos mínimos a observar na Metodologia de Avaliação de Impacte Sonoro, para o caso dos Projectos de Vias Rodoviárias.

Deste trabalho de investigação resultaram algumas conclusões importantes que se passam a referir:

- 1º - Pela primeira vez foi feita uma compilação comentada de Legislação e Normalização portuguesa e internacional sobre o Ruído de Tráfego Rodoviário, a partir da qual se puderam detectar algumas falhas, principalmente na falta de uniformização de procedimentos e na ambiguidade de aplicação do texto legislativo;
- 2º - Pela primeira vez foram analisados dezenas de EIA e compilados os métodos de EIS usados em Portugal, tendo sido agrupados em 5 metodologias que foram objecto de uma análise crítica e comparativa, onde foi possível identificar as principais diferenças encontradas no processo de elaboração dos EIA referidos que justificam a necessidade científica e económica desta tese;
- 3º - Foi realizada uma primeira abordagem de monitorização para comparação dos valores apresentados nos EIS com os medidos nas deslocações efectuadas no âmbito deste trabalho, tendo sido detectadas algumas diferenças acentuadas que resultam da falta de uniformização de procedimentos, tanto no que se refere à campanha de medições como às estimativas do nível sonoro futuro;
- 4º - Pela primeira vez foi abordado o tema do Impacte Sonoro em Animais, área que até ao momento não tem figurado nos EIA apresentados pelas diferentes equipas, revelando-se cada vez mais necessária, como o comprovam algumas queixas que têm sido apresentadas;



5º - Foram pela primeira vez definidos requisitos e procedimentos mínimos a observar para elaboração de EIS, constituindo as bases para uma metodologia-tipo de Avaliação de Impacte Sonoro a ser utilizado por projectistas coordenadores de projectos e entidades oficiais com funções de execução, análise e aprovação desses estudos.

No seguimento deste trabalho de investigação, foram detectadas algumas áreas onde se afigura necessário proceder a alguns trabalhos e estudos complementares. Das acções que se consideram mais prementes podem ser referidas:

- a monitorização de várias estradas para averiguar a fiabilidade dos sistemas de previsão do nível sonoro futuro utilizados pelos projectistas no decurso dos trabalhos elaborados.
- a monitorização de várias estradas para determinar um "Espectro Típico de Referência" mais realista, consoante os diferentes tipos de estrada e a constituição do tráfego previsto;
- a campanha de monitorização a realizar em diversas zonas de estaleiro para aferir a qualidade das previsões realizadas a partir da constituição considerada para o Estaleiro-Tipo e estabelecer valores de referência para estes locais;
- a definição de um Estaleiro-Tipo para obras rodoviárias, de acordo com o tipo de estrada a considerar;

Num outro campo, mais abrangente que envolve a definição de procedimentos e critérios a nível nacional, podem ser referidas algumas medidas cuja necessidade se irá manifestar:

- Legislação mais rigorosa para protecção dos receptores do ruído existentes ao longo da nova via, definindo critérios de incomodidade que se coadunem com a experiência real das pessoas e a sua sensibilidade a este tipo de ruído;



- Legislação mais clara no que se refere à consideração de determinados Artigos para diferentes casos, ou seja, uma identificação precisa dos objectivos que se pretendem atingir com a verificação do Regulamento Geral sobre o Ruído;
- Definição de um programa informático de Previsão dos Níveis Sonoros com aplicação específica a Portugal e inteiramente compatível com a legislação entretanto aprovada;
- Elaboração de normas que uniformizem a realização dos ensaios de campo, nomeadamente no que se refere à campanha de medições, com indicação do tipo de medições a realizar, os parâmetros a medir, as condições de medição, a duração da medição, o tipo de ruído intrusos a evitar, etc.

Uma outra área de actuação que poderá ter alguma influência na escolha dos projectistas de Impacte Sonoro é a fiabilidade do método de previsão considerado.

Assim, e dada a diversidade de meios informáticos e de cálculo analítico existentes actualmente, seria de analisar a possibilidade de realizar campanhas de medição, estimativas de níveis sonoros futuros e campanhas de monitorização para um dado troço de estrada por todas as equipas projectistas, para avaliar a fiabilidade dos métodos propostos pelos diferentes projectistas.

Esta necessidade surge deriva da existência de algumas situações já detectadas, nas quais os valores estimados pelos projectistas se desviam dos verificados em campanhas posteriores de monitorização.

## REFERÊNCIAS

1. Almeida, Ana Sofia - "Elaboração de um Inquérito sobre a NP 1730" - 1995
2. Caderno de Encargos de Estudos de Impacte Ambiental - JAE 1995
3. Caderno de Encargos de Estudos de Impacte Ambiental -BRISA 1995
4. CETUR - "Prevision des Niveaux Sonores" - Lyon 1980
5. Cheng, M. - "Noise Legislation and Criteria in China" - InterNoise94 - Japão 1994
6. Gottlob, D. - "Regulations for Community Noise" - Internoise94 - Japão 1994
7. Hamayon, Loïc - "Réussir L'Acoustique d'un Bâtiment" -
8. Harris, Cyril M. - "Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control" - Mc GrawHill - 1991
9. IC - Instituto de Construção - FEUP - "Estudo Acústico da Estação de Serviço da Shell - AE1 (Vila Nova de Gaia)" - 1995
10. Kabuto, Michinori & Kageyama, Takayuki - "Nighttime Road Traffic Noise and Sleep Quality" - InterNoise94 - Japão 1994
11. Miller, Harris & Hanson, Inc - "Report on Aviation Noise Research" - U.S.Federal Agencies - 1994
12. OCDE - Report:"Noise Abatement Policies for the 1990s" - 1991
13. OMS - External Review Draft: "Community Noise: Environmental Health Criteria Document" - 1993
14. Silva, Pedro M. - "Ruído de Tráfego Rodoviário" - MOP (LNEC) - 1975
15. Silva, Pedro M. - "Acústica de Edifícios" - MOP (LNEC) - 1978
16. Vigone, M. - "Permissible Sound Levels in Residential Areas in EC" - Noise & Planning' 96 - Itália 1996

## ESTUDOS DE IMPACTE AMBIENTAL

17. IP1 - Acessos à Ponte do Freixo - Espaços Verdes - 199
18. IP1 - Acessos Sul à Ponte do Freixo - SEIA - 1994
19. IP1 - Acessos Norte à Ponte do Freixo - SEIA - 1994

- 20.IP1 - Braga/Valença, IP9 - Freixo/Darque, Via Transversal do Lima - Espaços Verdes - 199
21. IP1 - Acessos à Ponte Internacional de Valença - COBA - 1991
- 22.IP2 - EN216(Vale de Pradinhos)/EN102(Valbenfeito) - Espaços Verdes - 1998
- 23.IP2 - Trancoso/IP5, Variante a Trancoso - Espaços Verdes - 1996
- 24.IP2 - Covilhã/Castelo Branco (lanço Fundação/Alpedrinha) - COBA - 1992
- 25.IP2 - Covilhã/Castelo Branco (lanço Covilhã/Soalheira) - COBA - 1993
- 26.IP2 - Variante de Estremoz - ECOS - 1994
- 27.IP3 - Vila Real/Faíl (Viseu) - Espaços Verdes - 1991
- 28.IP3 - Fronteira / EN103 - ECOS - 1996
- 29.IP3 - EN103 / Vila Pouca de Aguiar - ECOS - 1996
- 30.IP3 - Vila Pouca de Aguiar / Vila Real - ECOS - 1996
31. IP3 - Vila Real/Régua - COBA - 199
- 32.IP3 - Variante de Castro Daire - 1995
- 33.IP3 - Santa Eulália/Trouxemil (2º Trecho) - ArqPais - 1994
- 34.IP4 - Vila Real/Vila Verde/Franco/Golfeiras - Ecossistema - 1993
- 35.IP4 - Bragança/Quintanilha - Espaços Verdes - 199
- 36.IP7 - Vila Boim/EN372/Variante Norte a Elvas, Elvas/Caia - Geometral - 1994
- 37.IP9 - Braga/Guimarães - Espaços Verdes - 1993
- 38.IC1 - Freixeiro/Perafita/Mindelo - Trifólio - 1993
- 39.IC1 - Póvoa/Apúlia - ArqPais - 1994
- 40.IC1 - Póvoa/Apúlia (Alteração de Traçado) - ArqPais - 1995
41. IC1 - Apúlia/Ponte do Neiva - COBA - 1994
- 42.IC1 - Variante Ponte do Neiva/Nó Darque - Ecossistema - 1991
- 43.IC1 - Viana do Castelo/Vila Praia de Âncora - ArqPais - 1995
- 44.IC1 - Variante Aveiro/Ílhavo/Vagos - Impacte - 1996
- 45.IC2 - S.João da Madeira / Carvalhos - Ecossistema - 1996
- 46.IC2 - Variante Coimbra/Sargento-Mor - Ecossistema - 1995
- 47.IC4 - Via Infante Sagres (lanço Guia/Lagoa - sublanço Guia/Alcantarilha) - ArqPais - 1995
- 48.IC5 - Variante de Fafe - GAO - 199
- 49.IC10 - Ponte sobre o Rio Tejo e Acessos Imediatos - Trifólio - 1995
- 50.IC14 - Barcelos/Braga (1º Trecho) - ArqPais - 1995
51. IC14 - Barcelos/Braga (2º Trecho) - ArqPais - 1995

- 52.IC17 - (CRIL) Buraca/Pontinha e Olival de Baixo/Sacavém - Espaços Verdes - 1993
- 53.IC17 - (CRIL) Pontinha/Odivelas, IC16 - Radial da Pontinha e IC22 - Radial de Odivelas - Espaços Verdes - 1993
- 54.IC23 - Nó do Areinho/Avenida da República - SEIA - 1994
- 55.IC23 - Avenida da República/Nó da Barrosa - Impacte - 1996
- 56.IC24 - Freixieiro/Aeroporto - Trifólio - 1993
- 57.IC24 - Espinho / Picoto - Ecossistema - 1995
- 58.IC25 - Via Rápida de Gondomar - COBA - 1996
- 59.IC28 - Viana do Castelo/Estorãos- AgriPro - 1996
- 60.EN8 - Variante Torres Vedras/Bombarral - Impacto 2000 - 1992
61. EN14 - Variante em Famalicão - Impacte - 1995
- 62.EN14 - Variante IP9 (Celeirós) / Braga (Largo da Estação) - COBA - 1995
- 63.EN14/EN104 - Variante da Trofa - Ecossistema - 1996
- 64.EN101/EN202 - Variante Ponte da Barca/Arcos de Valdevez - PEV - 1994
- 65.EN125 - Alargamento Nó de S.João da Venda/Nó do Aeroporto - Techninvest - 1996
- 66.EN125-10 - Nó do Aeroporto/Aeroporto - Techninvest - 1996
- 67.EN202/EN301 - Variante Monção/Melgaço/S.Gregório - Ecossistema - 1994
- 68.EN251/EN2 - Variante em Mora - Tecnofisil - 1996
- 69.EN317 - Macedo de Cavaleiros/Vinhais - Ecossistema - 199
- 70.Circular Sul de Braga - COBA - 1995
71. Circular de Braga - Nó de Infiás/Nó do Feira Nova - 1995
- 72.Variante da Circunvalação de Bragança - Trifólio - 199
- 73.Variante a Trancoso - Espaços Verdes - 1995

## LEGISLAÇÃO

74. Decreto-Lei nº 11/87 de 7 de Abril (Lei de Bases do Ambiente)
75. Decreto-Lei nº 186/90 de 6 de Junho
76. Decreto-Regulamentar nº 38/90 de 27 de Novembro
77. Decreto-Lei nº 251/87 de 24 de Junho (Regulamento Geral sobre o Ruído)

- 78. Decreto-Lei nº 292/89 de 2 de Setembro
- 79. Decreto-Lei nº 7/92 de 28 de Abril
- 80. Decreto-Regulamentar nº 72/92 de 28 de Abril
- 81. Decret nº 95 - 22 du 9 Janvier (França)
- 82. Directiva Europeia nº 85/337/CEE de 27 de Junho
- 83. Directiva Europeia nº 95/27/CEE de 29 de Junho
- 84. Loi nº 92 - 1444 du 31 Decembre (França)
- 85. Portaria nº 879/90 de 20 de Setembro
- 86. Arrêté du 5 Mai relatif au "Bruit des Infrastructures Routières" (França)
- 87. Projecto de Novo Regulamento Geral do Ruído - Versão 1995

#### NORMALIZAÇÃO

- 88. Norma Internacional ISO 1996/1 - "Acoustics: Description and measurement of Environmental Noise - Part 1: Basic Quantities and Procedures" - 1982
- 89. Norma Internacional ISO 1996/2 - "Acoustics: Description and measurement of Environmental Noise - Part 2: Acquisition of Data pertinent to Land Use" - 1987
- 90. Norma Internacional ISO 1996/3 - "Acoustics: Description and measurement of Environmental Noise - Part 3: Application to Noise Limits" - 1987
- 91. Norma Portuguesa NP 1730 - "Acústica: Grau de Reacção Humana ao Ruído" - Abril 1981
- 92. Norma Francesa NF S 31 010 - "Acoustique: Caractérisation et Mesurage des Bruits de l'Environnement - Instruction de Plaines contre le Bruit dans une zone habitée" - Novembro 1987
- 93. Norma Francesa NF S 31 085 - "Acoustique: Caractérisation et Mesurage des Bruits de l'Environnement - Mesurage du Bruit de la Circulation Routière" - Novembro 1985
- 94. Norma Francesa NF S 31 110 - "Acoustique: Caractérisation et Mesurage des Bruits de l'Environnement - Grandeurs Fondamentales et Methodes Generales d'Evaluation" -

95. *Projecto de Nova NP 1730 : “Acústica: Método de Avaliação de Situações de Incomodidade devidas ao Ruído” - Versão 1984*
96. *Projecto de Nova Norma NP - “Acústica: Descrição e Medição do Ruído Ambiente - Parte 1: Grandezas Fundamentais e Procedimentos” - Versão 1995*
97. *Projecto de Nova Norma NP - “Acústica: Descrição e Medição do Ruído Ambiente - Parte 2: Recolha de Dados relevantes para o Uso do Solo” - Versão 1995*
98. *Projecto de Nova Norma NP - “Acústica: Descrição e Medição do Ruído Ambiente - Parte 3: Aplicação aos Limites do Ruído” - Versão 1995*
99. *Projecto de Directiva Europeia - “Ambient Noise Exposure Assessment” - European Comission Council - 1995*

FACULDADE DE ENGENHARIA

Rua dos Bragas 4099 PORTO CODEX PORTUGAL  
Telef.: 351 2 323201 • Fax: 351 2 319280 • Telex: 27323 FEUP P



FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



000006380