



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
2011

**Flávio José
Marques Lopes**

**Legal compliance of atmospheric emissions in
industrial sources.**

**Cumprimento legal das emissões atmosféricas em
fontes industriais.**



**Flávio José
Marques Lopes**

**Legal compliance of atmospheric emissions in
industrial sources.**

**Cumprimento legal das emissões atmosféricas em
fontes industriais.**

Dissertation submitted to the University of Aveiro to meet the requirements to obtain the Master Degree in Environmental Studies, conducted under the scientific guidance of Professor Myriam Lopes, Auxiliary Professor of the Department of Environment and Planning at the University of Aveiro and co-supervised by Professor Wolfgang Calmano, Professor of the Hamburg University of Technology.

My deep gratitude to my wife Celine and my son Américo.

examining committee

president

Prof^a. Ana Isabel Couto Neto da Silva Miranda
Associated professor with aggregation of the University of Aveiro

Prof. Nelson Augusto Cruz de Azevedo Barros
Associated professor of the University Fernando Pessoa

Prof^a. Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes
Auxiliary professor of the University of Aveiro

acknowledgements

To my supervisor and co-supervisor, Prof^a. Myriam Lopes and Prof. Wolfgang Calmano respectively.

To the Envienergy by the support and information provided and to all the technicians that worked in the gathering of key information.

To my parents and brothers how have always given me all the support and encouragement to complete this work.

Finally to my wife and my son for their dedication, comprehension and care even in the most difficult times, for their love.

keywords

Atmospheric emissions, industrial sources, sampling, atmospheric pollutant.

abstract

Developed under the scope of the emissions control, this work is intended to evaluate and analyze the emissions of atmospheric pollutants by industrial sources. Considering the impact of the atmospheric emissions in the environment and in the human health and welfare, it's of major importance the evaluation of the compliance of the industrial atmospheric emissions. Along the treatment of the data base it was possible to observe that still there's a high fraction of industries that are far from the desirable limit standards.

To better evaluate the results obtained from the measurements of the industrial sources it's presented a review of the National legislation and its revisions along the years. Analyzing the results from the emission sources for the several parameters is possible to conclude that there's still much space to improve and to spread the monitoring of industrial atmospheric emissions in the Portuguese territory. It's from the interest of all that this kind of works, that provide a resumed overview of the efficiency of the emission control tools in Portugal, help to reflect and promote a discussion around the new pathways that the national and international legislations need to follow.

palavras-chave

Emissões atmosféricas, fontes industriais, amostragem, poluentes atmosféricos.

resumo

Desenvolvido no âmbito do controle de emissões, este trabalho destina-se a avaliar e a analisar as emissões de poluentes atmosféricos por fontes industriais. Considerando o impacto das emissões atmosféricas no ambiente e na saúde humana e bem-estar, é de grande importância a avaliação da conformidade das emissões atmosféricas industriais. Ao longo do tratamento da base de dados foi possível observar que ainda há uma elevada fracção de indústrias que estão longe dos padrões limite desejáveis. Em alguns casos estas excedências estão relacionadas a um comportamento de negligência ou por desconhecimento.

Para melhor avaliar os resultados obtidos a partir das medições das fontes industriais é apresentada uma observação sobre a legislação nacional e das suas revisões ao longo dos anos. Analisando os resultados das fontes de emissão para os vários parâmetros é possível concluir que há ainda muito espaço para melhorar e difundir a monitorização das emissões atmosféricas industriais no território Português. É do interesse de todos que este tipo de pesquisas, que proporcionam uma visão resumida da eficiência das ferramentas de controlo das emissões em Portugal, ajude a reflectir e a promover uma discussão em torno dos novos caminhos que a legislação nacional e internacional precisa de seguir.

Table of Contents

Table of Contents	I
List of Figures	III
List of Tables	IX
List of Abbreviations.....	X
1. Introduction.....	1
1.1. Statement of the problem.....	1
1.1.1. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution.....	5
1.1.2. The European Union Framework Directive	6
1.1.3. The Clean Air For Europe Programme.....	8
1.1.4. The European Directive 2008/50/CE.....	11
1.2. Research relevance.....	11
1.3. Objectives and goals	12
1.4. Organization of thesis	13
2. Legal Framework for Control of Air Pollutants Emissions in Portugal	15
2.1. The Decree-law 352/1990.....	16
2.2. The Decree-Law 78/2004 and their ordinances	17
2.2.1. Emissions Limit Values.....	19
2.2.2. Emissions monitoring periods	19
2.2.3. Stack height.....	20
2.2.4. Standard conditions of the effluent.....	21
2.2.4.1. Oxygen content	21
2.2.4.2. Moisture standard.....	22
2.2.5. Conditions for effluent discharge in the atmosphere	22
2.2.6. Monitoring plan for multiple sources.....	23

3.	Study-case: evaluation of a stack monitoring database.....	25
3.1.	Case study description	25
3.2.	Methodology	25
3.3.	Analysis of monitoring data.....	26
3.3.1.	Results by source type	27
3.3.1.1.	Exit speed of the effluent discharge into the atmosphere	29
3.3.1.2.	Stack sampling line section.....	30
3.3.2.	Results by samplings type	31
3.4.	Analysis of Legislation Accomplishment	32
3.4.1.	Mass thresholds	32
3.4.2.	Emission Limit Values.....	33
3.4.3.	Effluent discharge in the atmosphere.....	34
3.5.	Analysis of CO emissions	35
3.6.	Analysis of NO _x emissions	38
3.7.	Analysis of SO ₂ emissions	43
3.8.	Analysis of H ₂ S emissions	47
3.9.	Analysis of TSP emissions.....	48
3.10.	Analysis of VOC emissions.....	51
3.11.	Analysis of NMVOC emissions	55
3.12.	Analysis of F ⁻ emissions.....	58
3.13.	Analysis of Cl ⁻ emissions	60
3.14.	Analysis of Metals I emissions	61
3.15.	Analysis of Metals II emissions	63
3.16.	Analysis of Metals III emissions	65
4.	Conclusions	69
5.	Bibliography.....	73
	Appendix.....	77

List of Figures

Figure 1. Major air pollutants in Europe clustered according to impacts on human health, ecosystem and the climate (EEA, 2011).

Figure 2. Flow chart with the divisions of the Portuguese legal framework for air pollution with a focus in the Emissions control legislation.

Figure 3. Distribution of the Portuguese's Districts (CNMJ.PT)

Figure 4. Distribution of the sources by the Portuguese Districts.

Figure 5. Distribution of sources and number of plants by activity sectors.

Figure 6. Distribution of the sources by exhaustions and burning

Figure 7. Distribution of the types of fuel used in the burning sources.

Figure 8. Location of the sampling line.

Figure 9. Sources compliance with the Number 3 of Article 29th of Portuguese Decree-Law 78/2004.

Figure 10. Sampling line compliance of the measurements database regarding international and national regulations.

Figure 11. Distribution of the number of samplings of each parameter.

Figure 12. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in natural gas burning sources.

Figure 13. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in propane burning sources.

Figure 14. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in LPG burning sources.

Figure 15. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in diesel burning sources.

Figure 16. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in biomass burning sources.

Figure 17. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in sources that burn other fuels.

Figure 18. Distribution of the emission values and mass flow for the NO_x parameter in Natural Gas burning sources.

Figure 19. Distribution of the emission values and mass flow for the NO_x parameter in Propane burning sources.

Figure 20. Distribution of the emission values and mass flow for the NO_x parameter in LPG burning sources.

Figure 21. Distribution of the emission values and mass flow for the NO_x parameter in Diesel burning sources.

Figure 22. Distribution of the emission values and mass flow for the NO_x parameter in Biomass burning sources.

Figure 23. Distribution of the emission values and mass flow for the NO_x parameter in sources that burn other types of fuel.

Figure 24. Distribution of the emission values and mass flow for the NO_x parameter in exhaustion sources.

Figure 25. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Natural Gas burning sources.

Figure 26. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Propane burning sources.

Figure 27. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in LPG burning sources.

Figure 28. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Diesel burning sources.

Figure 29. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Biomass burning sources.

Figure 30. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in sources that burn other types of fuel.

Figure 31. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Exhaustion sources.

Figure 32. Distribution of the emission values and mass flow for the H₂S parameter in burning and exhaustion sources.

Figure 33. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in natural gas burning sources.

Figure 34. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in propane burning sources.

Figure 35. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in LPG burning sources.

Figure 36. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in Diesel burning sources.

Figure 37. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in sources that burn other fuels.

Figure 38. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in exhaustion sources.

Figure 39. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in natural gas burning sources.

Figure 40. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in propane burning sources.

Figure 41. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in LPG burning sources.

Figure 42. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in diesel burning sources.

Figure 43. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in biomass burning sources.

Figure 44. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in sources that burn other fuels.

Figure 45. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in exhaustion sources.

Figure 46. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in natural gas burning sources.

Figure 47. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in diesel burning sources.

Figure 48. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in biomass burning sources.

Figure 49. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in exhaustions sources.

Figure 50. Distribution of the emission values and mass flow for the F⁻ parameter in natural gas burning sources.

Figure 51. Distribution of the emission values and mass flow for the F⁻ parameter in propane burning sources.

Figure 52. Distribution of the emission values and mass flow for the F⁻ parameter in exhaustion sources.

Figure 53. Distribution of the emission values and mass flow for the Cl⁻ parameter in natural gas burning sources.

Figure 54. Distribution of the emission values and mass flow for the Cl⁻ parameter in biomass burning sources.

Figure 55. Distribution of the emission values and mass flow for the Cl⁻ parameter in exhaustion sources.

Figure 56. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in natural gas burning sources.

Figure 57. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in propane burning sources.

Figure 58. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in biomass burning sources.

Figure 59. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in exhaustions sources.

Figure 60. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in natural gas burning sources.

Figure 61. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in propane burning sources.

Figure 62. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in biomass burning sources.

Figure 63. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in exhaustion sources.

Figure 64. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in natural gas burning sources.

Figure 65. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in propane burning sources.

Figure 66. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in biomass burning sources.

Figure 67. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in sources that burn other fuels.

Figure 68. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in exhaustions sources.

List of Tables

Table 1. Legislation in Europe regulating emissions and ambient concentrations of air pollutants (EEA, 2011).

Table 2. Multi-pollutant/multi-effect approach of the RAINS model (IIASA, 2005).

Table 3. Resume of the differences between the different types of emission sources.

Table 4. Resume of reference oxygen content in burning sources by type of fuel.

Table 5. Resume of the database.

Table 6. The minimum and maximum thresholds established by the Portuguese Ordinance 80/2006 for released pollutants.

Table 7. General ELV for atmospheric pollutants from the Portuguese Ordinance 675/2009.

Table 8. Specific ELV for combustion sources for atmospheric pollutants from the Portuguese Ordinance 677/2009.

List of Abbreviations

CAA	Clean Air Act
CAFE	Clean Air For Europe
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
CLE	Current Legislation
CCDR	Regional Environmental Authority
EAP	Environment Action Programme
ELV	Emission Limit Value
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EU	European Union
FGR	Flue Gas Recirculation
FWD	Framework Directive
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
LPG	Liquefied Petroleum Gas
NMVOC	Non-Methane Volatile Organic Compounds
RAINS	Regional Air Pollution Information and Simulation
TSP	Total Suspended Particles
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VOC	Volatile Organic Compounds

1. Introduction

1.1. Statement of the problem

Clean air is considered to be a basic requirement of human health and well-being. However, air pollution continues to pose a significant threat to health worldwide. A knowledge of the types of pollutants and their emission rates is fundamental to the study and control of air pollution because these rates, together with the prevailing meteorological conditions and topographical factors, determine the degree of pollution that will be experienced by a community (GARGAVA et al., 1999).

The concept of exposure is important, both from the point of view of assessing the impact of a pollutant on health and from that of risk management, which often focuses (directly or indirectly) on reducing people's exposure. Exposure to air pollution is largely determined by the concentration of air pollutants in the environments where people spend their time, and the amount of time they spend within them. On a global scale, the bulk of exposure to air pollution is experienced indoors, as most people spend most of their time there. Assessment of "total exposure" can be essential for the evaluation of health effects from air pollution (WHO, 2006).

It is well known that exposure to high levels of air pollution can adversely affect human health. Air quality in western countries has significantly improved since the 1970s. However, adverse health effects of exposure to relatively low level of air pollution remain a public concern, motivated largely by a number of recent epidemiological studies that have shown the positive associations between air pollution and health outcomes using sophisticated time-series and other designs (REN et al., 2008).

In the year 2000, exposure to particulate matter was estimated to reduce average statistical life expectancy by approximately nine months in the EU-25. This equates to approximately 3.6 million life years lost or 348,000 premature mortalities per annum. In addition, it has been estimated that there were some 21,400 cases of hastened death due to ozone. Significant progress is expected in reducing harmful emissions of particulate matter and its precursors between now and 2020 such that the average loss in statistical life expectancy is expected to reduce to around 5.5 months. It is also expected to have a reduction of around 600 cases of hastened death due to ozone over the same time period.

The damage costs of these impacts in 2020 has been estimated at between €189 to 609 billion per annum (EU, 2005).

The introduction of cleaner fuels, and the implementation of pollution control technologies that followed, successfully reduced levels of air pollution in several urban areas during the second half of the twentieth century. With levels comparatively lower, air pollution no longer seemed to pose a threat to health. In fact, studies conducted during the 1960s and 1970s suggested that air pollution levels at that time were safe (WHO, 2006). Increasing computational capacities, however, which in turn aided the development and application of more sensitive statistical techniques, later showed the occurrence of health effects at levels lower than those traditionally considered safe. Thus, despite improvements in air quality in many cities of the world, associations between ambient air pollution and mortality were again being reported.

It was found that early exposure to environmentally persistent free radicals (present in airborne ultrafine particles matter) caused genes to produce a number of proteins, including one associated with chronic obstructive pulmonary disease and steroid-resistant asthma, and also caused proteins to misfold, rendering them dysfunctional. These genetic defects are linked to structural changes in the lung, airflow limitations, and permanent changes in immune responses (LSUMC, 2009).

Some of the highest levels of air pollution in the world are found in Asian megacities, and the level appears to be closely linked to social and economic development, e.g. industrialization, population growth, urbanization (AUTRUP, 2010). Epidemiological studies conducted in many urban areas of the world have uncovered a new series of health end-points associated with exposure to air pollution. In parallel, a better understanding of the underlying biological mechanisms of such effects has evolved (WHO, 2006). To reduce the health effects of air pollution, source abatement is certainly the long-term goal. Nevertheless, reducing exposure can serve as a cost-effective way of lessening the health effects. For example, minimizing exposures could involve changes in planning, such as traffic zoning or the siting of polluting industries.

Air pollutants may be either emitted into the atmosphere (primary air pollutants) or formed within the atmosphere itself (secondary air pollutants). Apart from the physical state of pollutants (such as gaseous or particulate matter) it is important to consider the geographical location and distribution of sources. The assessment of the state of various ecosystems (locally, regionally, and globally) requires an evaluation of exposure of

multiple receptors, which are in contact with various media directly or indirectly, to environmental contaminants.

The increases in the pollutants release that have been observed in the recent years have alerted authorities to the urgent need for the adoption of new legislation and technology to control and decrease these threats (LEVI et al., 2006). Whereas severe air pollution episodes demand control of all sources, environmental policies must be effective but also fair regarding new enterprises and older processes. Effective enforcement can be improved through a limited resources strategic approach upon polluters with higher potential polluting impact and lower control costs. A first focus should be on combustion processes, which are a major cause of air pollution (LUCON et al., 2005).

In historical terms, the European Union (EU) policy in relation to air quality has evolved from a command and control approach to a more integrated and holistic perspective. In fact, the first community policies (in the 1970s and 1980s) centered upon the definition of air quality and emission standards. Although the adopted measures have contributed to an improvement in the environmental air quality all over Europe, some concerns still remained. The experience of the application of existing legislation raised difficulties at the Community, as well as the national level, with respect to its applicability, equity, environmental efficiency and effectiveness, harmonization and even at the information level (LOPES et al., 2000).

The need to improve air quality has led the Member States and the EU to implement various activities and the adoption of international conventions launched by United Nations. Actions at EU level focused on the establishment of quality standards for ambient air, and in combating the problems of acid rain and tropospheric ozone. Pollutant emissions from large combustion plants and mobile sources were reduced, the fuel quality was improved and integrated into the requirements of environmental protection in transport and energy sectors.

Several air pollutants are also climate forcers, having a potential impact on the planet's climate. Figure 1 shows the major air pollutants in Europe and their potential impact on human health, ecosystems and the climate.

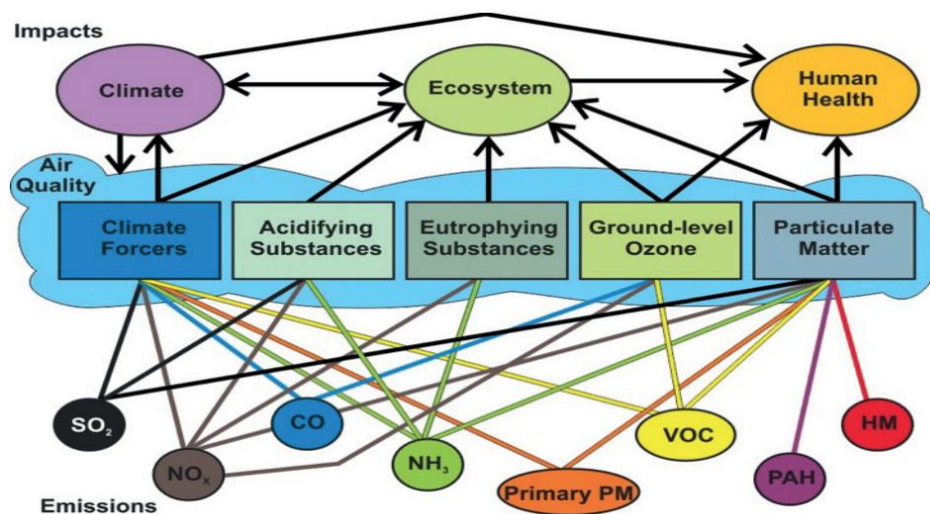


Figure 1. Major air pollutants in Europe clustered according to impacts on human health, ecosystem and the climate (EEA, 2011).

In 1992, the EU set itself the objective of laying the foundations in the last years of the last century for achieving sustainable development this century. The long-term goal of transforming the European economy into one whose development would be sustainable for generations to come was set out in the 5th Environmental Action Programme (EAP) “Towards Sustainability”. The general approach and strategy was to set longer-term objectives and focus on a more global approach.

The 5th and 6th EAP and Sustainable Development predicted measures to combat acidification, soil eutrophication and tropospheric ozone formation, implying a strategy particularly suited to avoid the exceedance of critical loads of atmospheric acidifying, eutrophying and photochemical pollutants (DECREE-LAW 78/2004). Over recent decades, the EU has introduced and implemented various legal instruments to improve air quality. The different legal mechanisms for air quality management comprise limits or targets for ambient concentrations; limits on total emissions and regulating emissions from specific sources or sectors either by setting emission standards or by setting requirements on product quality.

The establishment of Emission Limit Values (ELV) applicable to the SO₂, NO_x, Volatile Organic Compounds (VOC), NH₃ emissions, besides the halogenated compounds, particulates and metals, is thus an effective way to meet the objectives of this strategy that are also in line with those defined in the Gothenburg Protocol of the 1st of December of 1999 to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) on

the reduction of acidification, eutrophication and tropospheric ozone (DECREE-LAW 78/2004).

Table 1 summarizes the coverage of the European directives and international conventions regulating air pollutant emissions (either directly or indirectly) and ambient concentrations by contaminant.

Table 1. Legislation in Europe regulating emissions and ambient concentrations of air pollutants (EEA, 2011).

	Pollutants	PM	O ₃	NO ₂ NO _x NH ₃	SO ₂ SO _x	CO	Heavy metals	BaP PAH	VOC
Directives regulating ambient air quality	2008/50/EC	PM	O ₃	NO ₂	SO ₂	CO	Pb		Benzene
	2004/107/EC						As, Cd, Hg, Ni	BaP	
Directives regulating emissions of air pollutants	2001/81/EC	(^a)	(^b)	NO _x , NH ₃	SO ₂				NMVOG
	2010/75/EU	PM	(b)	NO _x , NH ₃	SO ₂	CO	Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V		VOC
	Euro standards on road vehicle emissions	PM	(^b)	NO _x		CO			HC, NMHC
	94/63/EC	(^a)	(^b)						VOC
	2009/126/EC	(^a)	(^b)						VOC
	1999/13/EC	(^a)	(^b)						VOC
	91/676/EEC				NH ₃				
Directives regulating fuel quality	1999/32/EC	(^a)			S				
	2003/17/EC	(^a)	(^b)		S		Pb	PAH	Benzene, hydrocarbons, VOC
International conventions	MARPOL 73/78	PM	(^b)	NO _x	SO _x				VOC
	LRTAP	PM (^a)	(^b)	NO ₂ , NH ₃	SO ₂	CO	Cd, Hg, Pb	BaP	NMVOG

- (a) Directives and conventions limiting emissions of particulate matter precursors, such as SO₂, NO_x, NH₃ and VOC, indirectly aim to reduce particulate matter ambient air concentrations.
- (b) Directives and conventions limiting emissions of ozone precursors, such as NO_x, VOC and CO, indirectly aims to reduce troposphere ozone concentrations.

1.1.1. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution

The need to improve air quality in Europe has been long recognized. In modern times the disaster in the Meuse Valley, in 1930, and London's deadly smog, in 1952, prompted the adoption of air quality legislation. In more recent decades a variety of laws have been enacted and action has been taken at the local, regional, national and EU levels, as well as through international conventions, such as the CLRTAP .

Back to the 1960s, scientists had demonstrated the link between sulfur emissions in continental Europe and the acidification of Scandinavian lakes. The 1972 United Nations

Conference on the Human Environment held in Stockholm marked the start of active international cooperation to combat acidification. Between 1972 and 1977 several studies confirmed the hypothesis that air pollutants could travel several thousands of kilometers before deposition and damage occurred. This also implied that cooperation at the international level was necessary to solve problems such as acidification. In response to these acute problems, a high-level ministerial meeting on the protection of the environment was held within the framework of United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) in November 1979 in Geneva. It resulted in the signature of the CLRTAP by 34 Governments and the European Community. The Convention was the first international legally binding instrument to deal with problems of air pollution on a broad regional basis. Besides laying down the general principles of international cooperation for air pollution abatement, the Convention set up an institutional framework bringing together research and policy (UNECE, 2004).

One of the three subsidiary bodies to the CLRTAP is the Steering Body to the Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP) (EEA, 2008). The mandate of the EMEP is to provide scientific support to the CLRTAP, particularly in the areas of atmospheric monitoring and modeling, emission inventories, emission projections, and integrated assessment. Each year EMEP provides information on transboundary pollution fluxes inside the EMEP area, relying on information on emission sources and monitoring results provided by the Parties to the LRTAP Convention (EMEP, 2011).

Emissions of the main air pollutants in Europe declined significantly in the period 1990–2009, in particular sulfur dioxide (SO₂) and lead (Pb), resulting in improved air quality across the region. These results notwithstanding, many European countries do not expect to comply with one or more pollutant-specific emission ceilings set under EU and United Nations agreements for 2010. Furthermore, due to complex links between emissions and ambient air quality, as well as a number of uncertainties associated with estimating emission data, emission reductions have not always produced a corresponding drop in atmospheric concentrations, especially for particulate matter (PM) and ground level ozone (O₃) (EEA, 2011).

1.1.2. The European Union Framework Directive

Air quality is one of the areas in which Europe has been most active in recent years. The EU defined an overall strategy through the setting of long-term air quality objectives. A

series of directives have been introduced to control levels of certain pollutants and to monitor their concentrations in the air (MONTEIRO et al., 2007).

In order to improve the air quality and the welfare of the European citizens, in 1996 the EU has published the Directive 96/62/CE on air quality assessment and management, the so called Framework Directive (FWD). This Directive is part of the 5th action program of 1992 on the environment which in particular recommended the establishment of long-term air quality objectives.

The FWD on ambient air quality assessment and management was adopted by the European Council in September 1996. The four objectives are:

- Define and establish objectives for ambient air pollution in the Community designed to avoid, prevent and reduce harmful effects on human health and the environment as a whole;
- Assess ambient air quality in Member States on the basis of common methods and criteria;
- Obtain adequate information on ambient air quality and ensure that it is made available to the public inter alia by means of alert thresholds;
- Maintain ambient air quality where it is good and improve it in other cases.

The FWD responds to this care with air pollutant effects on the human health and on the ecosystems, including mechanisms to assure their protection. A fundamental requisite of the FWD is the definition of an evaluation program of the environmental air quality in the territories of the Member States, which should include three principal components: the monitoring of the air quality, emissions inventories and atmospheric modeling (BORREGO et al., 2002).

- Air quality monitoring is used to explore air quality, particularly at those places where exceedances are to be expected, and/or emission information is inadequate.
- Emissions inventories provide comprehensive information on sources and their emissions and emission fluxes in the entire zone. This enables a first estimate of areas at risk of exceeding limit and target values.
- Air pollution modeling serves to relate air quality to emissions in a quantitative sense, and provides a better basis for describing areas of exceedance in the entire

zone. It also provides additional essential information for the management of the air quality in the zone, as required under the FWD.

All three methods or tools provide information with inherent uncertainty. By uncertainty means a quantitative measure of the most likely possible deviation of the value from the "true" value. These assessment uncertainties can be reduced if information from all three methods is available. In order to judge the overall uncertainty in the assessment result, it is necessary to quantify and document uncertainties for each of the assessment methods (EPA, 1998).

Subsequent legislation was produced, the so called Daughter-directives, that establishes the specific evaluation standards, covering the pollutants SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, Pb, C₆H₆, CO and O₃.

The group formed by the FWD and the proposed Daughter Directives are the legislative instruments concerning a new political strategy and air quality management approach for Europe. Additionally, the member countries of the United Nations Economic Commission for Europe have included the concepts of critical load and level for planning air pollution abatement strategies and as a base of international agreements concerning limitation of the emissions of air pollutants. These concepts imply an accurate knowledge about pollutants deposition fluxes. The paper describes the main needs and the tools available to define a strategy of air quality management in Portugal (BORREGO et al., 2002). The daughter directives will set the numerical limit values, or in the case of ozone, target values for each of the identified pollutants. Besides setting air quality limit and alert thresholds, the objectives of the daughter directives are to harmonize monitoring strategies, measuring methods, calibration and quality assessment methods to arrive at comparable measurements throughout the EU and to provide for good public information.

The Air Quality Framework Directive was strengthened in 1997 by the establishment of a Community-wide procedure for the Reciprocal Exchange of Information and Data from Networks and Individual Stations Measuring Ambient Air Pollution within the Member States (Council Decision 97/101/EC of 27 January 1997).

1.1.3. The Clean Air For Europe Programme

Despite the significant progress made, it appears that there are still serious impacts arising from air pollution. In 2001, the EU considered that a correct approach to the

problems of the most persistent air quality, as related to ozone and particles, and environmental issues such as acidification and eutrophication, could only be achieved by adopting a consistent strategy of combating the air pollution and its effects (INSTITUTO DO AMBIENTE, 2006b).

The 6th EAP in Environmental Matters called for the development of a Thematic Strategy on Air Pollution with the aim of achieving levels of air pollution that do not cause adverse effects or significant risks to human health and the environment. In order to achieve this, the EU launched in March 2001 a program for technical analysis and policy development, the Clean Air For Europe (CAFE), whose overall objective is to develop a joint strategy policy, integrated and long-term for the protection of human health and the environment against the harmful effects of air pollution in Europe (EUROPEAN COMMISSION, 2005).

Thus, the CAFE program has gathered information on the likely evolution of air quality in Europe and future economic development, and studies have been conducted detailed on the need, scope and cost-effectiveness of future actions to improve air quality in addition to the expected improvement given the implementation of all existing legislation. To this it was compiled a set of projected emissions and its consequences in terms of environmental impacts and human health, examining whether the reduction due to implementation of existing legislation is sufficient to achieve the objectives of the 6th EAP until 2020.

In order to assess the effectiveness of current air quality policies, CAFE constructed a baseline scenario, also called the “Current Legislation” (CLE) scenario, showing the expected emission levels up to 2020. The main tool used for the scenario construction and analysis was the Regional Air Pollution Information and Simulation (RAINS) computer model for integrated assessment, essentially the same as that used a few years ago in putting together the directive on national emission ceilings. In addition, other computer models were employed to provide information on trends in the energy, transport and agriculture sectors (AIRCLIM, 2009).

The RAINS model developed by the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) combines information on economic and energy development, emission control potentials and costs, atmospheric dispersion characteristics and environmental sensitivities towards air pollution (SCHOPP et al., 1999). The model addresses threats to human health posed by fine particulates and ground-level ozone as well as risk of

ecosystems damage from acidification, excess nitrogen deposition (eutrophication) and exposure to elevated ambient levels of ozone (IIASA, 2005).

These air pollution related problems are considered in a multi-pollutant context, quantifying the contributions of Sulfur Dioxide (SO₂), Nitrogen Oxides (NO_x), Ammonia (NH₃), VOC, and primary emissions of fine (PM_{2.5}) and coarse (PM_{10-PM2.5}) particles (Table 2).

Table 2. Multi-pollutant/multi-effect approach of the RAINS model (IIASA, 2005).

	Primary PM	SO ₂	NO _x	VOC	NH ₃
Health Impacts					
O ₃	★	★	★	★	★
PM			★	★	
Vegetation Impacts					
O ₃			★	★	
Acidification		★	★		★
Eutrophication			★		★

The CAFE baseline projections clearly indicate for the future a change in the relevance of the different sources of pollution. Traditionally large polluting sectors, due to the implementation of stringent control measures, will drastically reduce their shares in total emissions, and other sources, which have received less attention in the past, will turn into dominating contributors.

The CAFE program has culminated in September 2005, in achieving its main objective: the publication of the Thematic Strategy on Air Pollution which sets targets for air pollution in the EU and proposes appropriate measures to achieve them. The Thematic Strategy recommends the update of the current legislation, focused in the most problematic pollutants, and that a greater effort should be made to integrate environmental concerns into other policies and programs. The “package” presented by the EU consists of three parts:

- Document on the strategy itself;
- Proposal for revision of the Directive on air quality;
- Study the impact of the Thematic Strategy and the revision of the Air Quality Directives.

1.1.4. The European Directive 2008/50/CE

Recently, all the community legislation regarding air quality was revised in order to incorporate the latest scientific and technical progress in this field as well as experience gained in Member states, having been published the Directive 2008/50/CE of 21st of May, regarding the environmental air quality and a cleaner air in Europe. This Directive was transposed to the Portuguese legislation by the Decree-Law 102/2010.

This directive merges into one act the FWD 96/62/EC and three of its daughter directives (Directives 1999/30/EC, 2000/69/EC and 2002/3/EC) as well as Decision 97/101/EC on exchanges of information on air pollution. It also provides for measures relating to fine particles (PM_{2.5}), in particular the establishment of a concentration cap in the most polluted regions, reduction targets to be achieved by 2020, and increased monitoring of this type of pollutant (EUROPEAN COMMISSION, 2008).

This new Directive includes the following key elements:

- The merging of most of existing legislation into a single directive, including the FWD 96/62/EC, with no change to existing air quality objectives
- New air quality objectives for PM_{2.5} (small particles) including the limit value and exposure related objectives – exposure concentration obligation and exposure reduction target.
- The possibility to discount natural sources of pollution when assessing compliance against limit values.
- The possibility for time extensions of three years (PM₁₀) or up to five years (NO₂, benzene) for complying with limit values, based on conditions and the assessment by EU.

Candidate countries are strongly advised to integrate the framework directive and its four daughter directives into one legislative framework, as the logic is the same and the provisions very similar

1.2. Research relevance

The promotion of a safe and pollutants free environment is a widely discussed issue in our society today. Manufacturing companies are looking for ways to reduce the amount of pollutants they emit into the atmosphere. For companies to become to grip with the pollutant's emission problem, they must work to eliminate from their production processes

those factors that cause high pollution emissions (EBIEFUNG et al., 1999). One of the tools that are used to reduce the amount of pollutants that are released by industrial plants is the imposition of ELV and consequent fines to those who don't respect them. This punishment intends to encourage the operator to improve their emissions control and ultimately reduce them.

As all the dynamic systems, the industry sector suffers constant changes in the markets, in technology innovation, among others, that moves the equilibrium between the punishment entailed by the fine and the cost to control the atmospheric emission. In order to reevaluate the accuracy of the values and if the legislations is promoting the objective that it proposes to, is necessary to evaluate the tendency that the exceedances to the ELV are taking thought the years. The study of technology is by tradition quite different in economics and in technical engineering, to capture the economic importance of technical change and its possible directions, it is necessary to understand both technical and economic aspects, and interdisciplinary work is thus useful in this area (STERNER et al., 2009).

The relevance of this thesis is sustained by the importance that the industrial emissions have in the total pollutants emissions to the atmosphere and by the necessity of evaluate how accurate are the economic instruments improving the air quality in Portugal and Europe.

1.3. Objectives and goals

This research is intended to evaluate and review the actual state of the industrial emissions in Portugal. The study will analyze and treat a database of a laboratory of industrial air emissions that performs samplings of atmospheric emissions in the Portuguese industry. All the information that is present in the database and which is under some regulation will be analyzed in order to observe its compliance with the national legislation.

The specific objectives are:

- Evaluate the compliance of the stacks regarding its compliance with the construction, sampling and operating requirements.
- Analyze the sectors of activity that present higher failure regarding the Emission Limit Values.

1.4. Organization of thesis

The body of this thesis paper is divided in five chapters. This first chapter presents the introduction of the thesis including the statement of the problem, the relevance of this research, the objectives and the organization of the structure of the thesis.

In the Second chapter the Portuguese legislation regarding air quality and the emissions control is presented including a historical overview of the Portuguese legislation regarding air quality and the emissions control. The third chapter 3 is dedicated to the case study. The database is introduced and the results of analysis regarding the comparison with legislated parameters are presented.

The chapter four comprises the most important conclusions.

2. Legal Framework for Control of Air Pollutants Emissions in Portugal

The Portuguese legal framework regarding air quality management and, particularly the control of industrial air pollutants emissions follows some impositions regarding the transposition of European Directives into the national law, but the reality of each country allow the national government to include some specific regulations. In this way the countries are responsible to promote studies and discussions to evaluation of the necessities regarding environmental legislation and develop mechanisms and tools that suits better to their needs.

The structure of the legal framework for air pollution in Portugal is divided in two main branches that are the air quality management and the emission control. Focusing in the objectives of this thesis is important to present a review of the actual legislations regarding the emission control and it subsequent. In Figure 2 is possible to observe a diagram with the current structure of the legal framework for to control air pollution. In this figure the specific legislation that is applied to the emission control of industrial sources, which will be presented further in this chapter, is highlighted.

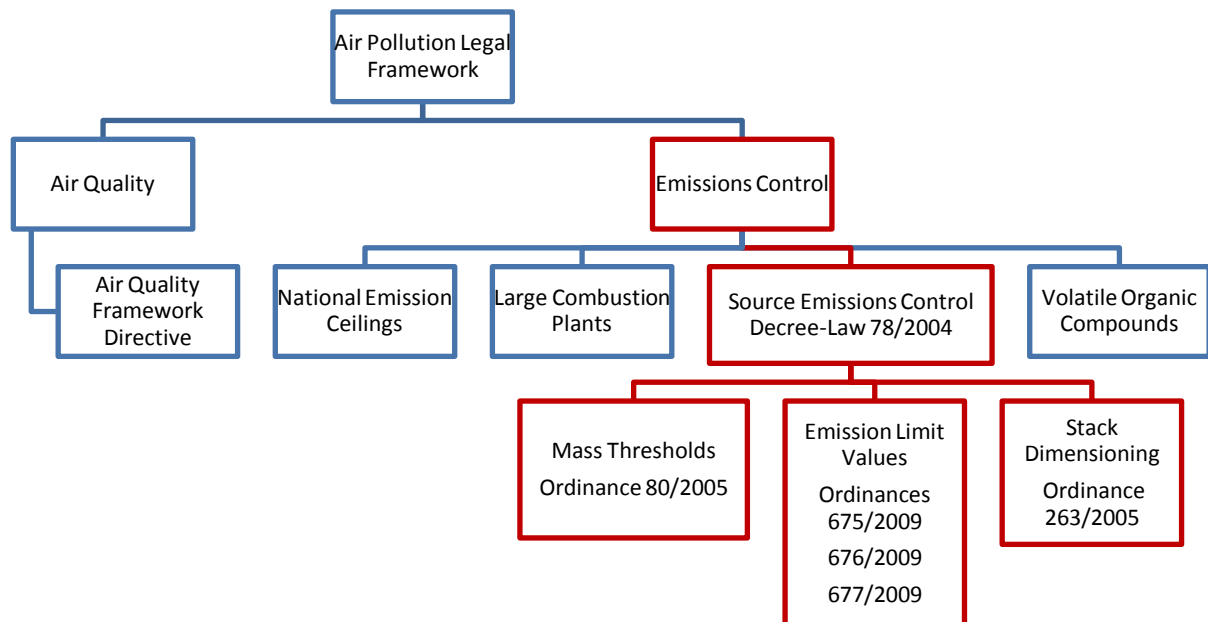


Figure 2. Flow chart with the divisions of the Portuguese legal framework for air pollution with a focus in the Emissions control legislation.

2.1. The Decree-law 352/1990

The control and prevention of atmospheric pollutants emissions is driven by the establishment of limits to the emissions in the most significant sources in order to preserve the well fare of the populations and the environment. This strategy of air quality management was introduced in Portugal by the Decree-Law 352/1990. One of the objectives of this law was the creation of a normative framework suitable to the management of the resource “air”, in order to protect the public health and the ecosystems conservation, specifically thought the reduction and the control of pollutants emissions to the atmosphere.

The first legal diploma defining emission limit values for industrial facilities was published in Portugal in 1993. The Ordinance 286/93 represents a major breakthrough on the environmental law in Portugal and was the outcome of more than 3 years of intense negotiations with the industry representatives. In any case this legislation has never been strongly enforced and there is a public feeling that a large number of industries do not comply with legal standards (COUTINHO et al., 2006).

The control of point source emissions was defined by emission limit values settled in the Ordinance 286/93 referred above. This legislation is based on the specification of limit values expressed as mg.Nm³, a measure of the concentration of pollutant or of the quality of the gaseous effluent. National legislations of other countries base the limit of atmospheric emissions on the establishment of a mass flow and one or two limit values. Below the mass flow there is no limit value to respect or, in some cases, there is a limit value higher than the one imposed above the mass flow limit (COUTINHO et al., 2006).

The transposition into the national law of the FWD 96/62/CE, concerning the management of air quality, achieved through the publication of the Decree-law 276/99, came however, to initiate a process of legislative reform of Decree-law 352/90, revoking the part corresponding to the objectives of systematic evaluation and management of air quality by introducing mechanisms and policy tools more efficient and modern (DECREE-LAW 78/2004).

This legal update led to a systematic review of the emissions control criteria, including operators and economic agents, central and local government agents and supervisor bodies, called for the change of the remaining and still in force of the Decree-law 352/90, and its subsidiary legislation, leading to its complete renovation, what become to happen when the Decree-Law 78/2004 was introduced.

2.2. The Decree-Law 78/2004 and their ordinances

The Decree-law 78/2004 (in appendix) was established to reform the existing regulations on emissions contained in the legislation and establishes a new regime of protection and pollution control. This Decree-Law intends to allow a more effective and tailored response to the needs updating concepts, methodologies, principles and objectives and, in general, define the basic features of a genuine policy of prevention and control of atmospheric pollution establishing an appropriate sanctions regime.

Important modifications were introduced in the Decree-Law 78/2004, concerning stack height calculations, emission limit values, monitoring periodicities, specification of new pollutants, introduction of some particular industrial sectors and correction of the reference levels for gaseous effluents. However, the most significant change concerns the creation of mass flow thresholds for atmospheric pollutants emissions, allowing the identification of low potential emitting sources and the mobilization of resources for the control of more

significant emission sources, those with medium and large capacity (RODRIGUES et al., 2004).

With the introduction of the minimum and maximum mass threshold the Decree-Law 78/2004 divides the sources in three different types: large, medium and small sources, this division also confirms the need to comply with the Emission Limit Value (ELV). A resume of the differences between these types of sources are presented in Table 3.

Table 3. Resume of the differences between the different types of emission sources.

	Mass flow threshold	Monitoring periodicity	ELV fulfillment
Large source	Above the maximum threshold	Continuous	Compulsory
Medium source	Between the minimum and maximum threshold	Twice per year	Compulsory
Small source	Below the minimum threshold	Once every three years	Non-compulsory

Covering all the atmospheric pollutants emissions sources that are associated to plants that carry out industrial activities, power and/or steam production, combustions plants integrated in industrial, commercial and/or services business, including those of care of health, education and state institutions, as well as fuel storage activities, research and exploration of minerals and maintenance and repair of vehicles. Are excluded from the scope of appliance the combustion plants with a thermal power input equal to or less than 100 kWth, emergency generators, ventilation systems and facilities used exclusively for R&D.

In the case of multiple sources from the same plant and where all the pollutants are required to be measured, the self-control can be done as a matter of rotation, a representative number of point sources, estimating emissions from other sources based on a factor of average emission calculated from the sources characterized. To benefit from this license, the operator shall submit to the Regional Environmental Authority (CCDR) a monitoring plan that includes the elements listed.

The Decree-Law 78/2004 is regulated by several legal instruments:

- Ordinance 263/2005, that establishes new regulations for calculating the height of chimneys and defines the situations in which for this purpose should be carried studies of atmospheric pollutants;
- Ordinance 80/2006, fixing the maximum and minimum mass flow thresholds for air pollutants;

- Ordinance 675/2009, fixing the general application ELV applicable to facilities covered by Decree-Law 78/2004;
- Ordinance 676/2009, which replaces the table nº 3 of the Annex of Ordinance 80/2006, that establishes the maximum and minimum mass thresholds of air pollutants;
- Ordinance 677/2009; fixing the ELV applicable to combustion plants covered by Decree-Law 78/2004.

2.2.1. Emissions Limit Values

The Decree-Law 78/2004 established the adoption of ELV that are regulated by the ordinances that were presented above. The ELV are applied to groups, families and categories of emitted substances by any emission source. These ordinances divide the ELV according to the type of source, exhaustion or combustion source and by the type of fuel used. The values of the ELV are presented further in Chapter 3.

The parameters that are regulated by means of an ELV are the CO, NO_x, SO₂, H₂S, Cl₂, Total Suspended Particles (TSP), VOC, Non-methane Volatile Organic Compounds (NMVOC), fluorinated, chlorinated and *Br* inorganic compounds, Heavy Metals, Organic substances and carcinogenic substances.

2.2.2. Emissions monitoring periods

The Portuguese Decree-Law 78/2004 establishes the monitoring periodicity of sources, which is related to the value of the measured mass flow. According to this law, the sources are requested to perform 2 measurements by year, separated by a minimum of two months if the emission mass flow is between the minimum and the maximum mass flow regulated by the Portuguese law Decree-Law 80/2006. If in a minimum period of 12 months the obtained values of the mass flow of a pollutant are consistently lower than the minimum mass threshold the monitoring of this pollutant can be performed only once every 3 years since the operation conditions of the plant remain unchanged. The continuous monitoring is applied to sources where the mass flow of a pollutant exceeds the maximum mass threshold. Besides the monitoring obligations regulated by the Decree-Law, the responsible CCDR may require an adequate monitoring frequency, every time that, by a funded way, is stated that the single stack monitoring is not sufficient to ensure the appropriate accompaniment of the emissions to the atmosphere.

Finally the legislation establishes a monitoring exemption for the sources that are associated to plants that operate less than 25 days per year or less than 500 annual hours. To obtain this exemption the operator is obliged to perform at least one single stack measurement showing the accomplishment of the applicable ELVs and provide the updated record of the operating hours and annual fuel consumption.

2.2.3. Stack height

When dimensioning of a stack, it should be adopted by the operator the general calculation methodology introduced by the Ordinance 263/2005. Nevertheless the obtained stack height can never be less than 10 meters and the difference between the top of the stack and the highest ridge of the building roof in which it is installed cannot be less than 3 meters.

Besides the methodology of calculation of the stack height, the Ordinance 263/2005 presents the situations for which it is also necessary to develop studies of dispersion of pollutants to calculate the height of the chimney, through the use of mathematical models of dispersion, or analog scale model tests. The situation where is necessary to present a dispersion study are (ORDINANCE 263/2005):

- Large Combustion Plants;
- Plants located in protected areas, special protection areas or national sites considered as such;
- Plants located in areas where the limit values of alert thresholds of air quality are susceptible to be exceeded.
- Any other facilities, wherever located, whose excess gas flow rates exceed at least one of the values established in the ordinance.

In that cases where it is proven to be technical or economically impossible to accomplish the Ordinance 263/2005, the operator can apply for an exception to the respective CCDR. In some special cases the appliance of the calculation methodology is not mandatory (ORDINANCE 263/2005):

- Plants that present a mass flow of all the atmospheric pollutants lower that the respective minimum mass threshold. In this case, these plants can have a height lower than 10 meters, since the top of the stack is at least 3 meters above the highest close obstacle.

- In specific situations as experimental, research and new products development processes and some wood treatment processes since they are more than 100 meter distant from habitations.

With regard to the stack construction principals it allows the possibility to place devices on the top of the chimneys, like hats, associated to processes other than combustion, as long as they do not promote the reduction of the vertical dispersion of the ascending gases (INSTITUTO DO AMBIENTE, 2006a).

2.2.4. Standard conditions of the effluent

In order to avoid dilution effects, reference values are used to standardize emissions flows (i.e. reference conditions). In general terms, the requirement to correct emission data to reference conditions of oxygen and moisture arises primarily for combustion processes and the calculations use data on the oxygen and moisture content of the waste gas.

There are well-established conventions for reporting emission data and these have been adopted in EU directives and are included in many Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) licenses. In such cases both mass concentration and volumetric flow data undergo correction to reference conditions. The measurement of reference values in the stack gas (oxygen and moisture) is therefore essential in these cases. The measurement of these parameters should be conducted simultaneously with the measurement of pollutant concentration and gas flow.

The presented results are therefore converted into the respective reference condition according to the fuel type.

2.2.4.1. Oxygen content

The combustion of a carbon-based fuel consumes oxygen. The 21% oxygen content present in the combustion air that is fed to a furnace will be depleted to some lower level in the exhaust gas. The interpretation clause of IPPC licenses typically require emission data to be reported at reference oxygen conditions that are defined according the fuel type.

In Table 4 is presented a resume of the oxygen content of reference established by the Portuguese Ordinance 677/2009 to each type of fuel.

Table 4. Resume of reference oxygen content in burning sources by type of fuel.

Fuel		Oxygen content of reference (%)
Solid	General	6
	Biomass	11
Liquid	Before 24/06/2009	8
	After 24/06/2009	3
Gaseous	General	3
	Fuel gas from oil refining	8

The emission values that are presented in the following chapters are all corrected to the respective reference oxygen content according to the used fuel.

2.2.4.2. Moisture standard

Correction of emission data for moisture is necessary for certain types of sources. The combustion of a carbon fuel evolves moisture (H₂O) while some other emissions contain moisture by virtue of the process or the method of abatement. The presence of moisture in a gas stream takes up space that would otherwise be occupied by pollutant, so the pollutant concentration expressed on a dry gas basis will always be higher than if it were expressed on a wet gas basis. The reverse is true for volumetric flow rate or sample volume data. The interpretation clause of IPPC licenses typically requires emissions from combustion plant to be reported on a dry gas basis.

The results used in the following analysis are already all converted to dry basis.

2.2.5. Conditions for effluent discharge in the atmosphere

The Decree-law 78/2004 establishes the prevention and control of pollutant emissions to the atmosphere, setting the principles. Objectives and instruments to ensure appropriate protection of the natural air, and measures, procedures and obligations for operators of covered facilities, in order to avoid or reduce to acceptable levels, the air pollution in their facilities.

It states in Chapter III of Decree-Law 78/2004, the requirements that the discharge of pollutants into the atmosphere must, which should be carried out through a chimney, built in order to (DECREE-LAW 78/2004):

- The height allows the emission of pollutants to the atmosphere properly, promoting the protection of the environment and human health;

- Preventing the entry of air into the chimney, thus avoiding and process of atmospheric effluent dilution;

Ensure that the atmospheric effluent has an output speed such that it allows a proper dispersion of the effluent in accordance with the provisions of legislation.

The exit speeds that the discharge of pollutants into the atmosphere must comply, which should be carried out through a chimney, built in a way that allows the emission of pollutants to the atmosphere properly, promoting the protection of the environment and human health. The Decree-Law 78/2004 states a minimum speed value depending on the volume flow.

2.2.6. Monitoring plan for multiple sources

The Decree-Law 78/2004 comprises the possibility to implement a monitoring plan for plants with multiple sources where all the pollutants are subject to monitoring. The auto control can be done as a matter of rotation, a representative number of point sources, estimating emissions from other sources based on an average emission factor, calculated from the characterized sources. To adopt a monitoring plan the operator shall submit to the CCDR a monitoring plan that includes information related to the plant, to the sources and to emissions of the atmospheric emissions.

3. Study-case: evaluation of a stack monitoring database

3.1. Case study description

The case study that was used in this thesis is based on a database with the results of monitoring procedures that have been conducted by a laboratory of stack emissions analysis – Envienergy – Energia e Ambiente, Lda. These measurements were developed in Portugal and include samplings of several air pollutants and stack parameters from industrial facilities.

3.2. Methodology

This database was created automatically and was filled with information from the sampling reports. Each report corresponds to one stack sampling with one or more atmospheric pollutants in an specific industrial facilities and comprises information about the Industrial process, the sampling method and the equipment used, characteristics of the sampling site and the results and conclusions of the sampling. The data collected corresponds to a total of 477 of samplings performed in the Portuguese territory between August of 2009 and May of 2011.

The first database analysis include the number of sampling procedures and the total number of valid parameters analyzed, the national distribution of the sources by country region and the relation between number of sources and the number of plants by activity sector.

Furthermore the sources were divided by exhaustion and combustion sources and these last ones were divided by type of fuel.

In the second part of the analysis focused on the evaluation of stack parameters and discharge conditions and its compliance with the Decree-Law 78/2004. More specifically the compliance of the sources with the Number 3 of Article 29th of Decree-Law 78/2004 that regulates the exit velocity of the exhausted gas and the accomplishment with the Portuguese Standard NP 2167:2007, that regulates the conditions for the sampling section and its platform.

The third and last step includes the evaluation of the database according to Mass Flows Threshold and the Emission Limit Values (ELV) established in the legislation of different

source type and pollutant dataset: CO, NO_x, SO₂, H₂S, TSP, VOCs, NMVOCs, fluorinated and chlorinated inorganic compounds and Heavy Metals.

The stack height was not analyzed because there was no information in the database specifically regarding the stack height and the occurrence of obstacles in the surroundings that might disturb the correct dispersion of the pollutants emitted.

3.3. Analysis of monitoring data

The 477 monitoring reports included in the database, covers a total of 317 different sources, this means that some of these sources were monitored more than once (Table 5).

Table 5. Resume of the database

Total sources	317
Repetitions	160
Total measurements	477
Parameters measured	1613

The distribution of the sources along the Portuguese territory presents a higher concentration mainly in the locations closer to the Envienergy's facilities and in the most industrialized areas. A map of the distribution of Portuguese's districts is presented in Figure 3 and the distribution of sources by District is presented in Figure 4.



Figure 3. Distribution of the Portuguese's Districts (CNMJ.PT)

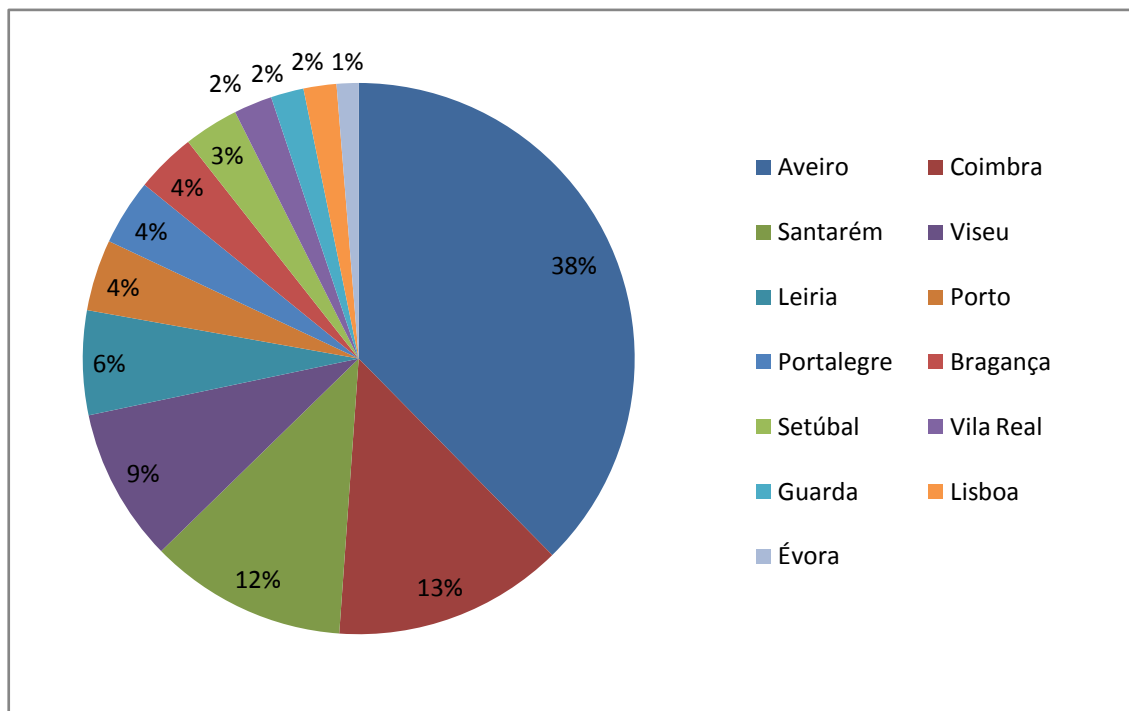


Figure 4. Distribution of the sources by the Portuguese Districts.

3.3.1. Results by source type

Dividing the database by sector of activity is possible to find which are the most representative in terms of number of plats and number of sources (Figure 5).

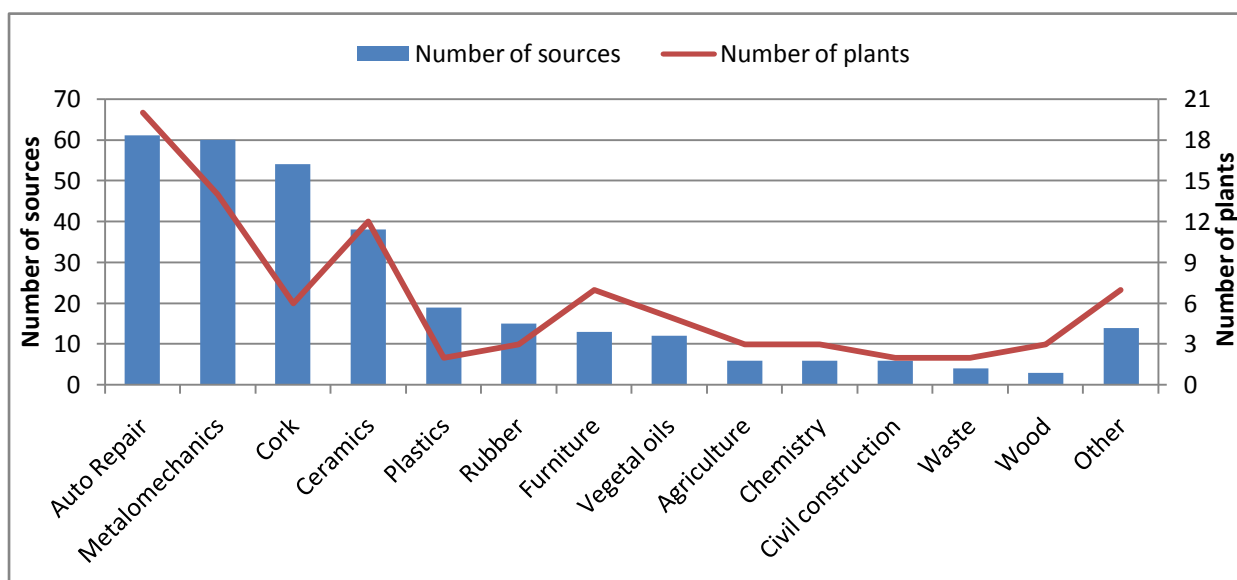


Figure 5. Distribution of sources and number of plants by activity sectors.

In the previous Figure is possible to conclude that the auto repair offices are the most representative in number of plants and also in the number of sources. The other industries that provide the larger contributions are the metalomechanics, the cork and the ceramics. The reason for these industries to be the most numerous is due to the regional coverage of the database. In fact this type of source corresponds to the expressive sectors in the districts near the laboratory location.

The cork is one of the sectors that presents has a high number of sources even though the number of plants is smaller, this occurs due to the fact that the cork industry has a large number of sources in each plant. The ceramic and furniture sector have a high number of sources comparing to the number of plants what means that each plant as a reduced number of sources.

The other sectors comprise industries that have a residual representation in the database as food, clothing, hotels and others.

Figure 6 presents the distribution of sources according to the production operations: exhaustion and combustion. The exhaustions are associated to operations like painting rooms, polish or ventilation.

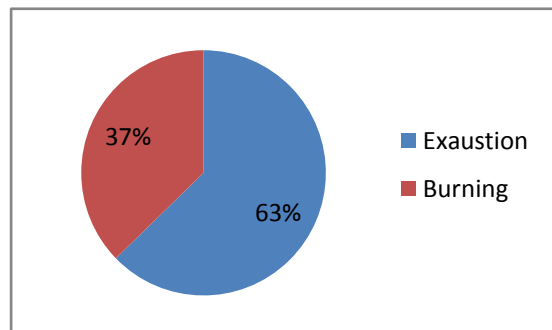


Figure 6. Distribution of the sources by exhaustions and burning

From the entire burning source they can be divided by the type of fuel that is burnt, the results of this analysis are presented in Figure 7.

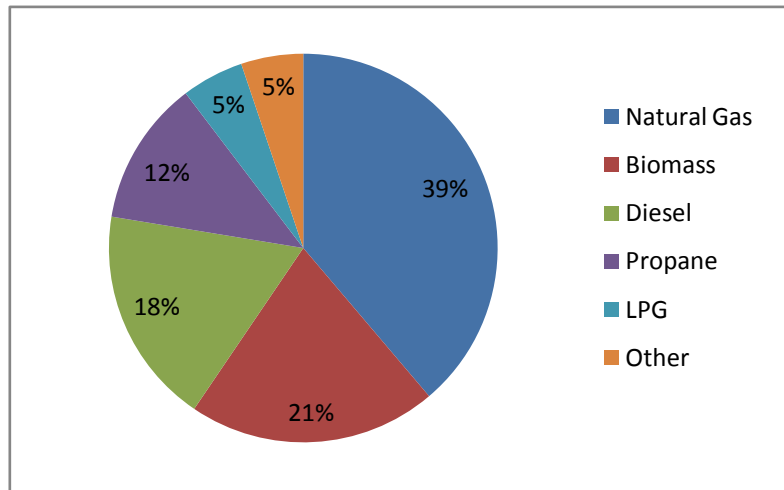


Figure 7. Distribution of the types of fuel used in the burning sources.

With more than seven different types of fuel used for combustion, the natural gas is the one that is used more often. The other fuels are sources that didn't have one defined fuel, and also there are some types of fuel that have a residual fraction such as coke and fuel oil.

Figure 8 represents the distribution of the location of the sampling line.

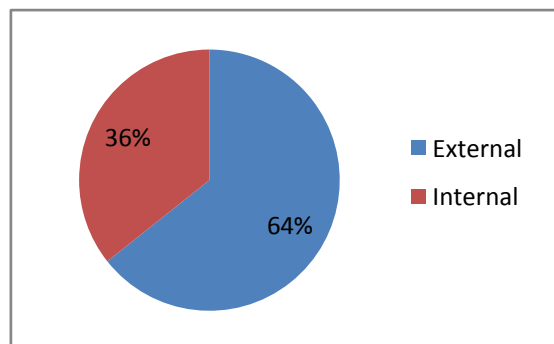


Figure 8. Location of the sampling line.

3.3.1.1. Exit speed of the effluent discharge into the atmosphere

It states in Number 3 of Article 29th of Decree-Law 78/2004, the exit speeds to which the discharge of pollutants into the atmosphere must comply, and that they should be carried out through a chimney, built in a way that allows the emission of pollutants to the atmosphere properly, promoting the protection of the environment and human health (DECREE-LAW 78/2004):

- A minimum speed of 6 m/s, if the flow is higher than 5000 m³/h;
- A minimum speed of 4 m/s if the flow is lower or equal to 5000 m³/h.

From the data provided in the database it was possible to evaluate the compliance of the source with the referred legislation. It was seen that the majority of the source was in accordance as can be seen in Figure 9

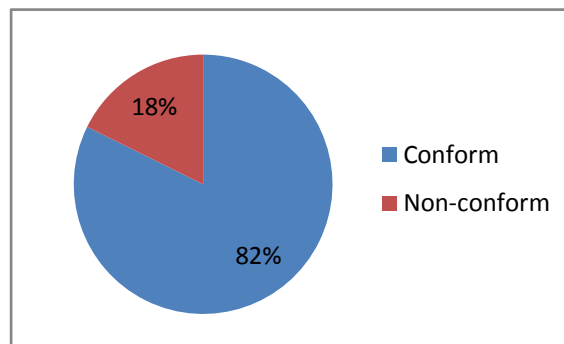


Figure 9. Sources compliance with the Number 3 of Article 29th of Portuguese Decree-Law 78/2004.

3.3.1.2. Stack sampling line section

Regarding the section of the stack where the sampling is performed, and the respective platform, the requirements that they need to comply are those set in the Portuguese Standard NP 2167:2007. This standards purpose is to establish and standardize the conditions that a section of sampling and its platform, if required, must meet, applying to both chimneys as conduits preferably vertical (INSTITUTO DO AMBIENTE, 2006a).

According to the Standard NP 2167, to ensure a proper flow with a stationary and uniform velocity profile in a chimney or circular duct, it is recommended that the sampling section is located away from any source of disturbance to the gas flow:

- A upstream distance equal or higher than 5 times the internal cross section of the stack;
- A downstream distance equal or higher than 2 times the internal cross section of the stack (5 times the internal cross section if the upstream section is the top of the stack/duct).

When it's not technically feasible to apply this standard, the sample sections should be established using the existing European Committee for Standardization standards, in accordance with the provisions of Article 22nd of Decree-Law 78/2004.

From the data that was provided in the database the stacks were categorized by compliancy with the Portuguese Standard NP 2167:2007, with the EPA1 regulation or with neither of these. The EPA1 is less restrictive and defines that the measurement locations should have at least 2 equivalent duct diameters downstream and at least one-half duct diameter upstream from a flow disturbance.

In Figure 10 is presented a graphical distribution of the samples that comply with each of the Standards.

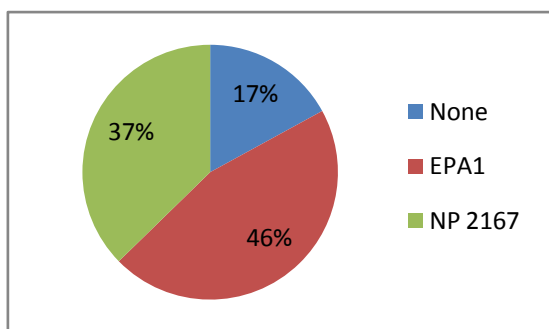


Figure 10. Sampling line compliance of the measurements database regarding international and national regulations.

3.3.2. Results by samplings type

Due to the different industrial activities and the different processes that result in the emissions of atmospheric pollutants, the database presents a wide range of analyzed parameters. The TSP and the VOCs are responsible by the main fractions of parameters because they are a common result of burning and non-burning processes. The less representative parameters are resumed to more specific industrial processes, depending of the raw materials used, and so they are not so regularly measured.

Figure 11 shows the different parameters measured and the number of samples that were taken.

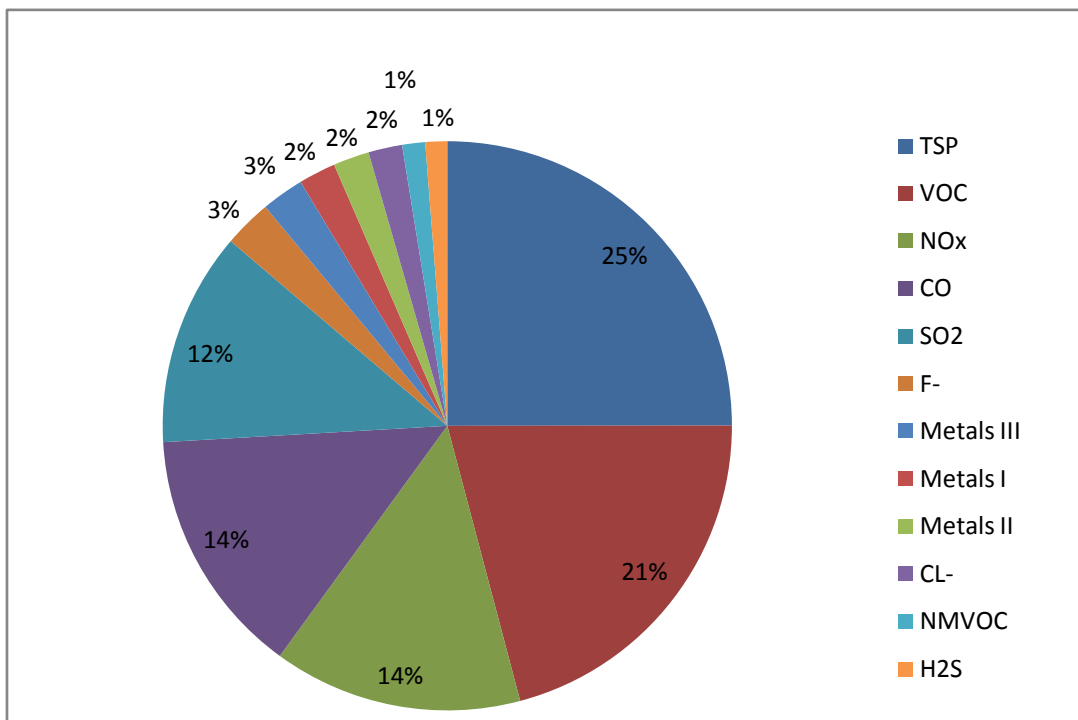


Figure 11. Distribution of the number of samplings of each parameter.

3.4. Analysis of Legislation Accomplishment

The parameters that will be analyzed in order to evaluate compliance with the national legislation are the Emission Limit Value and the Mass Flow. The Decree-Law 675/2009 and 677/2009 sets up limit values for all analyzed parameters for burning and exhaustions sources, respectively, the Decree-Law 242/2001 has emissions limit values of VOCs for some specific industries. The Mass Flow minimum and maximum values are defined in Decree-Law 80/2006.

Our analysis is presented by the different parameters and by fuel type, and the concentrations are converted to the percentage of oxygen associated to each type of fuel and type of industrial process by national legislation.

3.4.1. Mass thresholds

It's essential to take the appropriate measures and procedures of prevention and control in the plants that are responsible for the discharge of pollutants in the atmosphere. The Portuguese Decree-Law 78/2004 establishes a differentiated monitoring regime according to the mass flow of the pollutants, to those that have a defined ELV.

In this way, the Portuguese Ordinances 80/2006 and 676/2009 set the maximum mass thresholds and the minimum mass thresholds of atmospheric pollutants, which enable the determination of the monitoring scheme that applies to all the stationary sources of emissions, exhaustion and burning sources. The maximum and minimum thresholds established are shown in Table 6

Table 6. The minimum and maximum thresholds established by the Portuguese Ordinance 80/2006 for released pollutants.

Pollutant	Minimum threshold (Kg/h)	Maximum threshold (Kg/h)
SO ₂	2	50
NO _x (expressed in NO ₂)	2	30
TSP	0,5	5
F ⁻	0,05	0,5
Cl ⁻	0,3	3
H ₂ S	0,05	1
CO	5	100
VOC	2	30
NMVOOC	1,5	25
Metals I ⁽¹⁾	0,001	Not established
Metals II ⁽²⁾	0,005	Not established
Metals III ⁽³⁾	0,025	Not established

(1). Cd+Hg+Tl

(2). As+Ni+Se+Te

(3). Pt+V+Pb+Cr+Cu+Sb+Sn+Mn+Pd+Zn

3.4.2. Emission Limit Values

The purpose of ELV is to ensure the protection of human health and the environment, and it is an essential instrument to the prevention and control of the atmospheric environment. The ELV is applied to groups, families and categories of emitted substances by any emission source, and is established considering the available technology with environmental performance applicable to each process, the need of environmental protection, welfare and health of the populations and the accomplishment of the national program of emissions.

The General ELVs are found in the Ordinance 675/2009, beside this there's the Ordinance 677/2009 that defines the ELV of some pollutants for sources from burning facilities. A resume of these two Decree-Laws are presented in Table 7 and Table 8.

Table 7. General ELV for atmospheric pollutants from the Portuguese Ordinance 675/2009.

Pollutant	ELV (mg/Nm ³)
SO ₂	500
NOx (expressed in NO ₂)	500
TSP	150
F ⁻	5
Cl ⁻	30
H ₂ S	5
VOC	200
NMVOC	110
Metals I ⁽¹⁾	0,2
Metals II ⁽²⁾	1
Metals III ⁽³⁾	5

(1). Cd+Hg+Tl

(2). As+Ni+Se+Te

(3). Pt+V+Pb+Cr+Cu+Sb+Sn+Mn+Pd+Zn

Table 8. Specific ELV for combustion sources for atmospheric pollutants from the Portuguese Ordinance 677/2009.

Fuel		Parameter ELV (mg/Nm ³)				
		SO ₂	NOx	CO	TSP	H ₂ S
Solid	General	2000	650	500	General ELV	
	Biomass	General ELV				
Liquid	General	1700	General ELV			
Gaseous	General	35	300		50	30
	Fuel gas from oil refining	50				

The pollutants concentrations used in our work are expressed in mg/Nm³, referred to normalized conditions of pressure (101,3 kPa), temperature (273,15 K) and dry gas. The ELV should be compared with the obtained concentrations, without oxygen correction, with exception of the cases where there are sectorial ELV and for which is defined a reference oxygen content that is applicable for verification purpose of compliance with the Generals ELVs.

3.4.3. Effluent discharge in the atmosphere

The Decree-Law 78/2004 defines principles regarding the prevention and control of pollutant emissions to the atmosphere, setting the principles. Objectives and instruments were established in order to ensure appropriate protection of the natural air, also

measures procedures and obligations for covered facilities were defined to avoid or reduce to acceptable levels the air pollution.

The Chapter III of Decree-Law 78/2004 states the requirements of the discharge of pollutants into the atmosphere as the use of a chimney built in order to (DECREE-LAW 78/2004):

- The height allows the emission of pollutants to the atmosphere properly, promoting the protection of the environment and human health;
- Preventing the entry of air into the chimney, thus avoiding and process of atmospheric effluent dilution;
- Ensure that the atmospheric effluent has an output speed that allows a proper dispersion of the effluent in accordance with the provisions of legislation.

3.5. Analysis of CO emissions

Sources of carbon monoxide are numerous and prevalent in everyday life. In the natural state, CO will usually dissipate quickly over a large area without risk posing and with any significant threat to human health. However, non-natural carbon monoxide emissions produced as a result of incomplete burning of carbon - containing fuels, including coal, wood, charcoal, natural gas, and fuel oil, that are harmful to the body. The rate of CO emissions from boilers depends on the efficiency of fuel combustion. Improperly tuned boilers and boilers operating at off-design levels decrease combustion efficiency resulting in increased CO emissions.

From Table 6 and Table 8, for all the represented fuels, the minimum and maximum mass thresholds are 5 and 100 kg/h of CO respectively, and the ELV is 500 mg/Nm³.

From the sources that use natural gas as fuel it was observed exceedances in only 3% (2 measurements), as shown in Figure 12. However there's only one value that incurs in nonconformity because the other one is below the minimum mass threshold and so it doesn't need to accomplish the ELV even though presenting a high emission concentration of 1570 mg/Nm³ of CO.

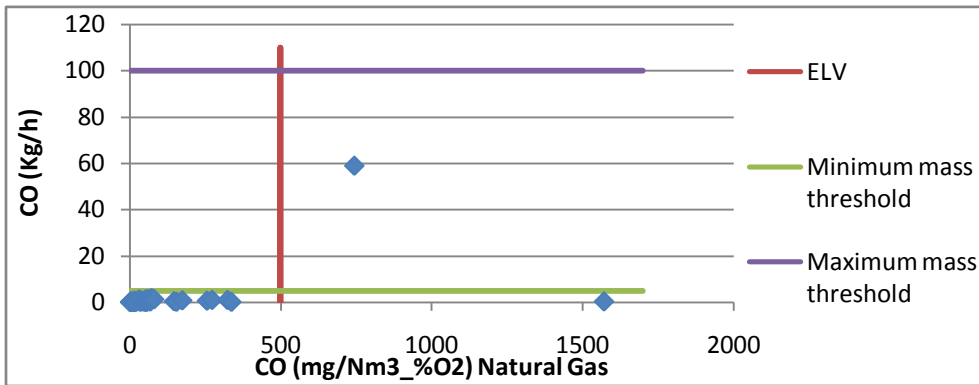


Figure 12. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in natural gas burning sources.

The propane is a type of fuel with a high burn rate as the natural gas and that can be confirmed by the low emission values, with 18% of exceedances to the emission limit value and relatively low mass flows as represented by the Figure 13. As two measurements are above the minimum mass threshold can represent a situation considered as medium sources if this situation becomes regular in further measurements, it needs to be monitored this pollutant emission twice a year. Is important to note that as these sources need to comply with the ELV they are outlaw.

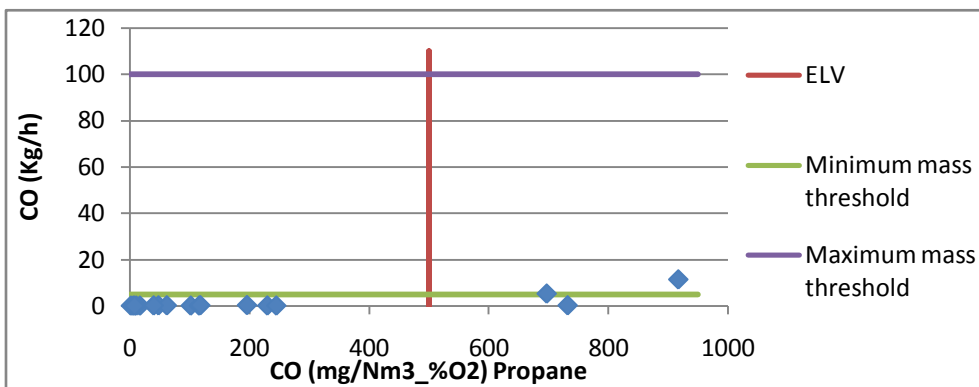


Figure 13. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in propane burning sources.

Regarding the burning sources of the Liquefied Petroleum Gas (LPG) the results are far from reaching the ELV. There aren't any exceedances to the minimum mass threshold as Figure 14 demonstrates.

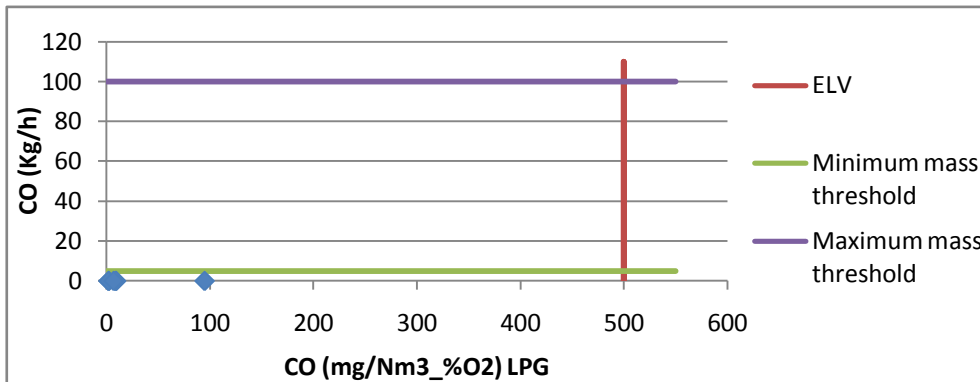


Figure 14. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in LPG burning sources.

The CO emissions that results from the burning of diesel fuel are minimal, this can be observed in the values obtained in the measurements, 93% were below the ELV. Analyzing the Figure 15 is possible to see that due to the low mass flow values, any of the exceedances to the ELV are in contravene.

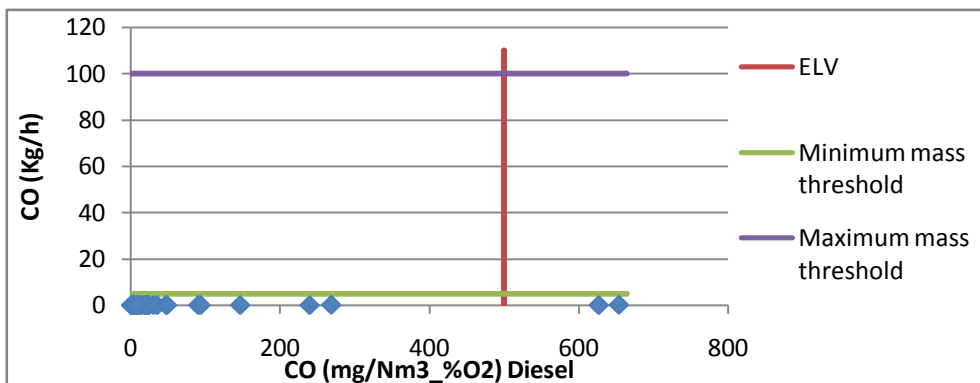


Figure 15. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in diesel burning sources.

Among all the 31 samples of sources where biomass is burned 69% exceed the ELV. From these 40% of all the samples are in non-compliance with the legislation because they have a mass flow threshold higher than 5 kg/h and the respective emission is above the ELV. These results are a consequence of the poor combustion conditions that can easily occur in biomass furnaces or due to the low quality of the fuel. If this emission patterns are kept in further analysis 13 sources can become considered medium sources and one as large source. The distribution of the sampling values is presented in Figure 16.

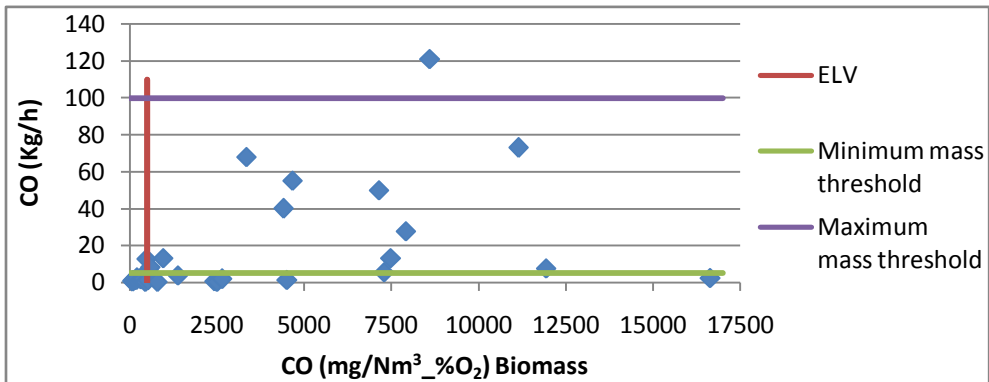


Figure 16. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in biomass burning sources.

The sources that burn other fuels present some occurrences related with high concentrations. Some of these sources burn more than one type of fuel, this flexibility might result in some inadequacy and consequently a lower burning efficiency that leads to higher emissions of CO. Among all the results, 2 sources (33%) are above the minimum mass threshold and do not comply with the legislation. The results obtained are presented in Figure 17.

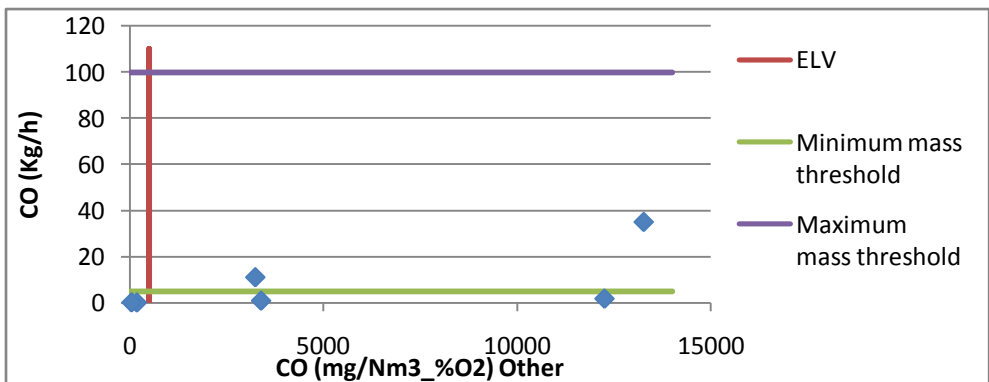


Figure 17. Distribution of the emission values and mass flow for the CO parameter in sources that burn other fuels.

3.6. Analysis of NOx emissions

The term NOx refers to the composite of nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO₂). Nitrogen oxides (NOx) are formed whenever any fuel is burned in air. At high temperature, N₂ and O₂ in the air combine and become NO and NO₂. Also, organically bound nitrogen atoms present in some fuels can contribute substantially to NOx emissions.

Nitrogen oxides contribute to smog, are injurious to plants and animals and can affect human health. NO_x contributes to acidic deposition. Excess NO_x concentrations in the air result in a brownish color because the gas strongly absorbs in the blue-green area of the visible spectrum (COOPER et al., 2002).

Test data have shown that for most external fossil fuel combustion systems, over 95 percent of the emitted NO_x, is in the form of nitric oxide (NO).

NO_x formed in combustion processes are due either to thermal fixation of atmospheric nitrogen in the combustion air ("thermal NO_x"), or to the conversion of chemically bound nitrogen in the fuel ("fuel NO_x").

The formation of thermal NO_x is affected by three furnace-zone factors:

- Oxygen concentration;
- Peak temperature;
- Time of exposure at peak temperature.

As these three factors increase NO_x emission levels increase. The emission trends due to changes in the factors referred are fairly consistent for all types of natural gas-fired boilers and furnaces. Emission levels vary considerably with the type and size of combustor and with operating conditions (e.g., combustion air temperature, volumetric heat release rate, load, and excess oxygen level).

The second mechanism of NO_x formation, called prompt NO_x, occurs through early reactions of nitrogen molecules in the combustion air and hydrocarbon radicals from the fuel. Prompt NO_x reactions occur within the flame and are usually negligible when compared to the amount of NO_x formed through the thermal NO_x mechanism. However, prompt NO_x levels may become significant with ultra-low-NO_x burners.

The third mechanism of NO_x formation, called fuel NO_x, stems from the evolution and reaction of fuel-bound nitrogen compounds with oxygen. Due to the characteristically low fuel nitrogen content of natural gas, NO_x formation through the fuel NO_x mechanism is insignificant.

In Table 6 is represented the minimum and maximum mass thresholds that are respectively 2 and 30 kg/h of NO_x, for all the fuels, and from Table 7 and Table 8 shows

that the ELV is 500 mg/Nm³ for Liquid fuels and exhaustions, 650 mg/Nm³ for solid fuels and 300 mg/Nm³ regarding gaseous fuels.

Natural gas is generally considered a clean and efficient fossil fuel, making it attractive as an energy source. The percentage of primary energy supply originated from natural gas is high in many countries. In 2008, natural gas consumption supplied 24.1% of the total primary energy consumption of the world (LI et al., 2011). The Natural gas has become an increasingly attractive fuel for many purposes. Provides a clean flame gas, easy to control the heat flow and, when necessary, high heat intensity (IYPE, 2006). The evolution of supply of natural gas through the transport network since 1997, the year of introduction in Portugal, is characterized by a rapid growth, particularly by the direct consumers (ERSE, 2007).

The sources that use Natural Gas as fuel have low emission concentration as they are all bellow the ELV and only 2% is above the minimum mass threshold, because of that can become considered as medium sources if they continue to be above this limit. The obtained results from the sampling of NOx in natural gas burning sources are presented in Figure 18.

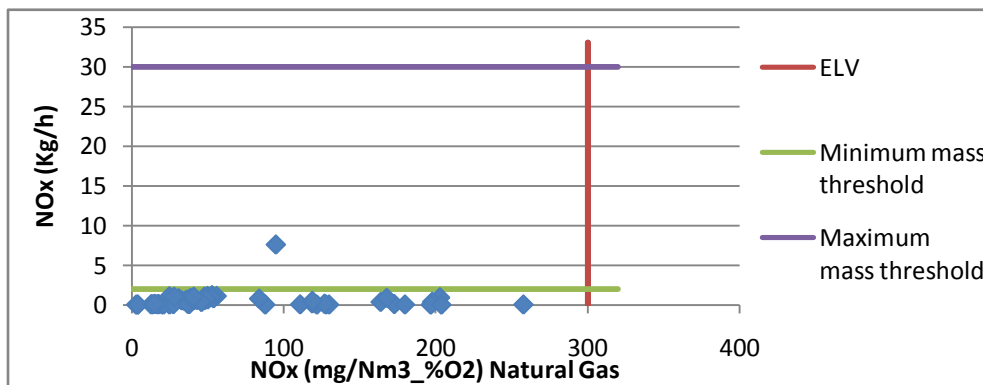


Figure 18. Distribution of the emission values and mass flow for the NOx parameter in Natural Gas burning sources.

The sources that use propane as fuel also present low concentrations of NOx in the emissions. All the samples are below the ELV and below the minimum mass threshold which respect the requirements of the Portuguese legislation regarding the emission as can be seen in Figure 19.

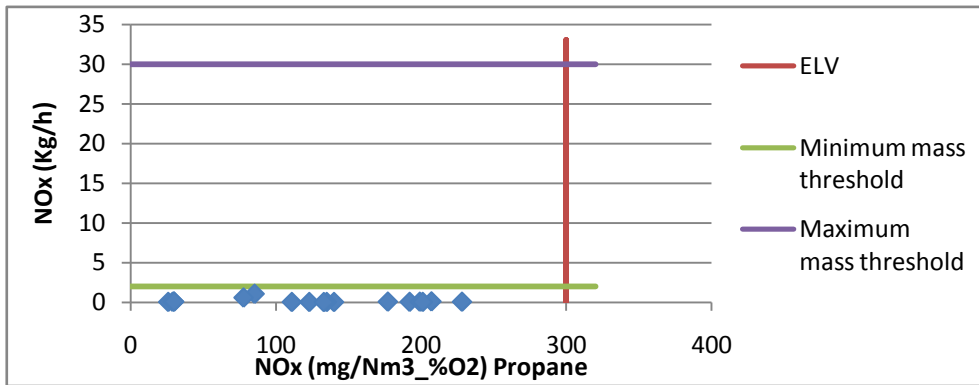


Figure 19. Distribution of the emission values and mass flow for the NOx parameter in Propane burning sources.

Similar to the results that were observed for the Propane burning sources, the LPG burning sources had all the sampling results for the NOx parameter below the ELV. The minimum mass threshold is represented in Figure 20.

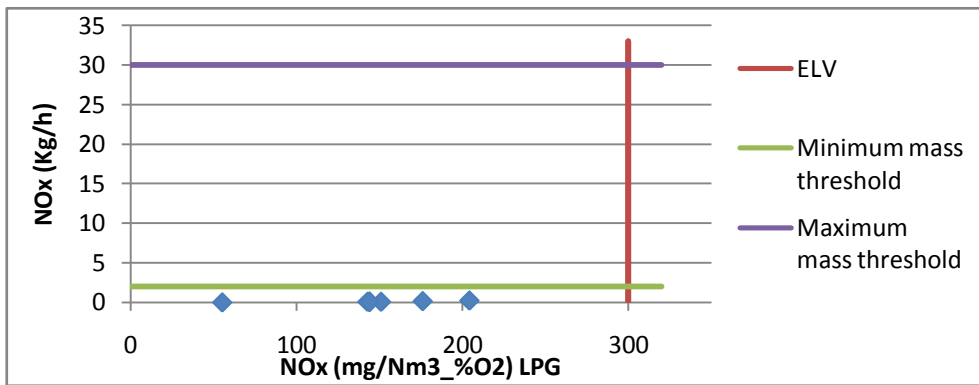


Figure 20. Distribution of the emission values and mass flow for the NOx parameter in LPG burning sources.

NOx is one of the main pollutants that result from the burning of diesel. In the measurements performed this situation has resulted in 7% of exceedances to the ELV, although any of these were above the minimum mass threshold, as Figure 21 presents, and so they don't need to comply with the ELV.

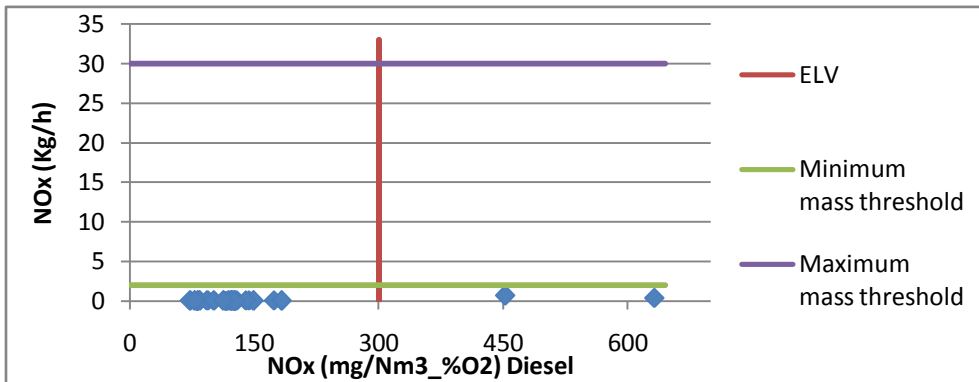


Figure 21. Distribution of the emission values and mass flow for the NOx parameter in Diesel burning sources.

The results from the NOx sampling in biomass burning sources revealed that all the sources are below the ELV. In 33% of the sampling the mass flow surpassed the minimum threshold what can led to the classification of these sources as medium source if this exceedances become consistent in other measurements. In Figure 22 is possible to observe the graphical distribution of the emissions of NOx in biomass burning sources.

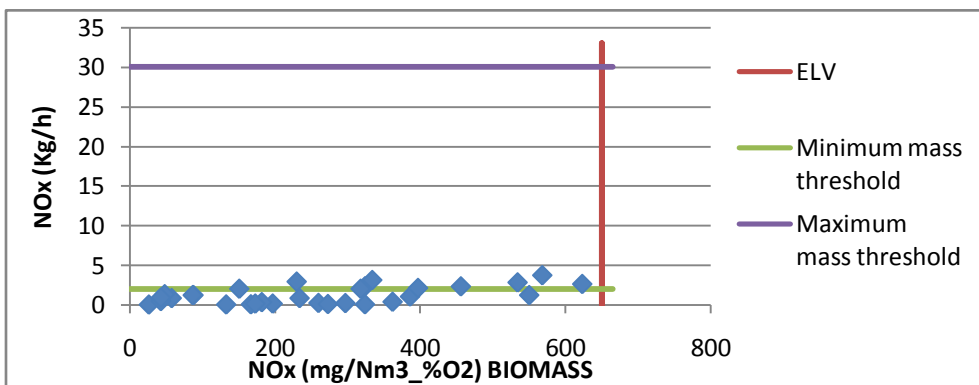


Figure 22. Distribution of the emission values and mass flow for the NOx parameter in Biomass burning sources.

The sources that burn other fuels don't stand out any concern because all the values are below the ELV and the minimum mass threshold as can be seen in Figure 23.

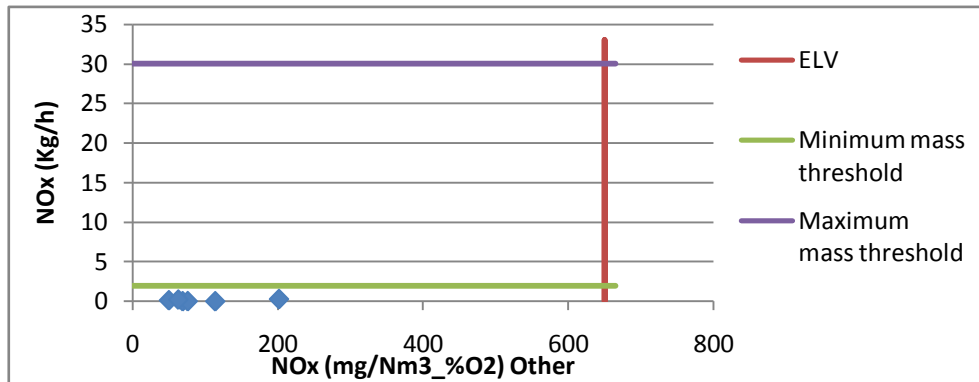


Figure 23. Distribution of the emission values and mass flow for the NOx parameter in sources that burn other types of fuel.

The formation of NOx results from the burning of fuels, consequently it was expected that the exhaustion sources present low emission values, situation that happened excluding one occurrence where the emission reached a concentration of 1218 mg/Nm³ of NOx as can be seen in Figure 24. This extreme value might be related to the influence of some flue gases that are collected by this exhaustion.

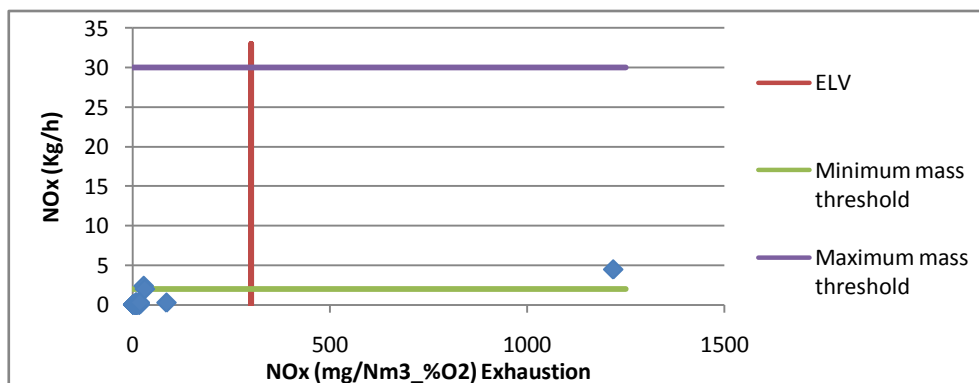


Figure 24. Distribution of the emission values and mass flow for the NOx parameter in exhaustion sources.

3.7. Analysis of SO₂ emissions

In Table 6 is represented the minimum and maximum mass thresholds for all the fuels that are respectively 2 and 50 kg/h of SO₂, and Table 7 and Table 8 shows that the ELV is 500 mg/Nm³ for biomass burning sources and exhaustions, 2000 mg/Nm³ for other solid fuels, 1700 mg/Nm³ regarding liquid fuels and 35 mg/Nm³ for sources that burn general gaseous fuels.

Analyzing the sources that burn natural gas is visible that the values have low mass flow, indeed any sampling surpasses the minimum mass threshold. Because of this, even the samplings that surpassed the ELV (14%) are within the law requirements because they don't need to comply with this limitation. The graphical distribution of the samplings is presented in Figure 25.

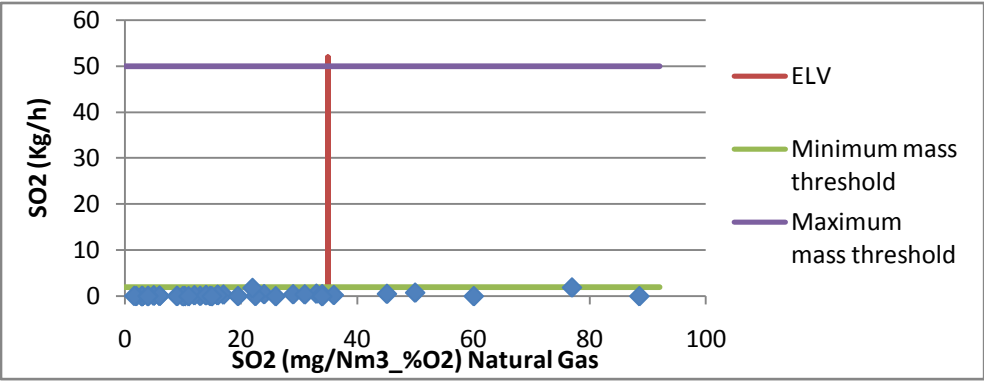


Figure 25. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Natural Gas burning sources.

Regarding the emissions of SO₂ in propane burning sources were found two exceedances to the ELV (13%) and one of these is above the minimum mass threshold what means that it is infringing the legislation as Figure 26 shows.

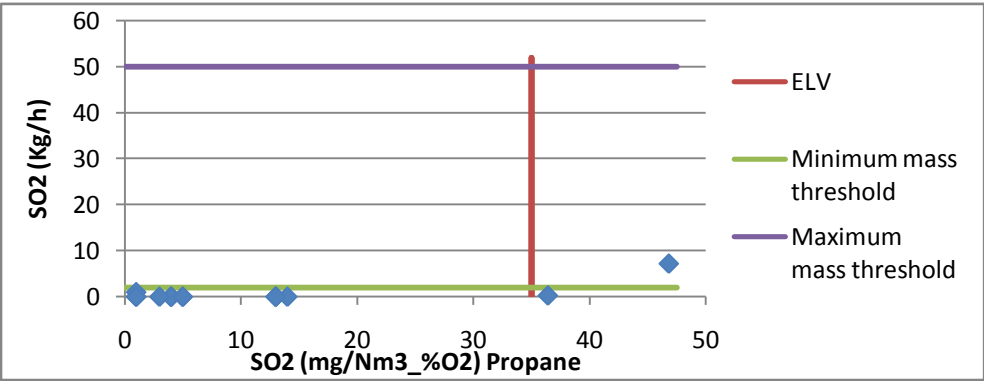


Figure 26. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Propane burning sources.

Looking in Figure 27 is possible to find that the emission in LPG burning sources are all bellow the ELV of 35 mg/Nm³ and the minimum mass threshold.

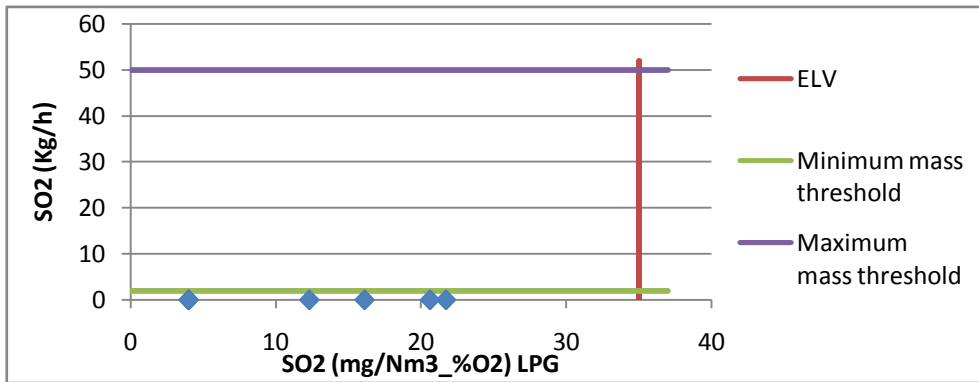


Figure 27. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in LPG burning sources.

As the previous fuel source, the diesel burning sources present an emission values far below the established ELV of 1700 mg/Nm³ as can be seen in Figure 28. All the obtained values do not reach the minimum mass threshold.

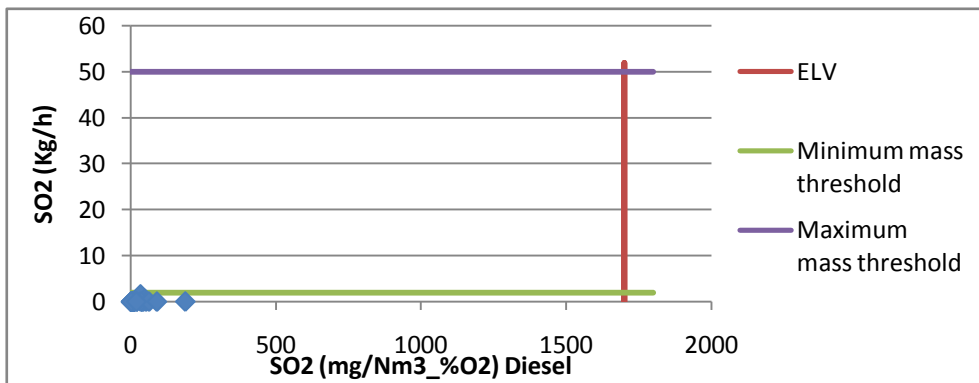


Figure 28. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Diesel burning sources.

The biomass burning sources don't surpass the ELV but 11% of all the measurements are above the minimum mass threshold, this indicate that if this exceedance become consistent in further measurements it might be considered as medium source and, according to Decree-Law 78/2004, be obliged to comply with the ELV and perform monitoring to the SO₂ parameter twice a year. In Figure 29 is presented a graphical distribution of the obtained results for the sampling of SO₂ in biomass sources.

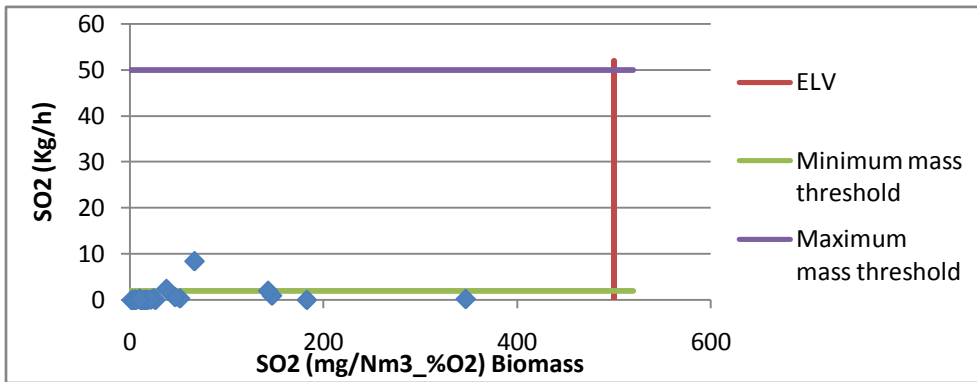


Figure 29. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Biomass burning sources.

The distribution of the results of SO₂ samplings in sources that burn other fuels are similar to the sources that burn biomass, all of they are below the ELV, however 33% are above the minimum mass threshold as the Figure 30 presents.

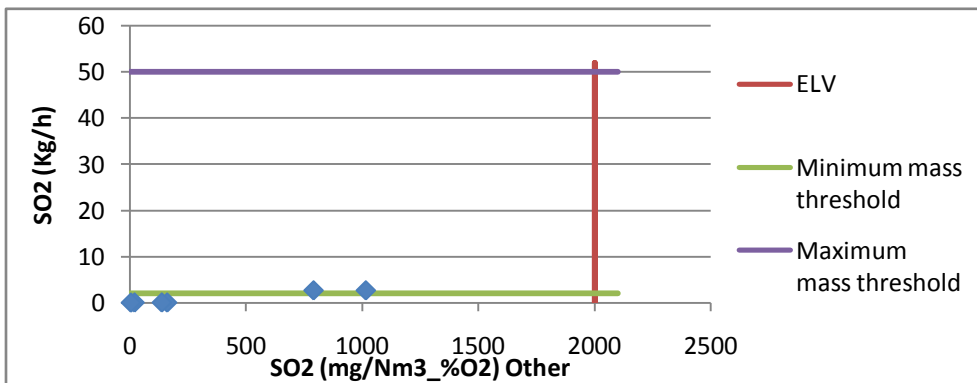


Figure 30. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in sources that burn other types of fuel.

Looking at Figure 31 is evident that all the emissions of the parameter SO₂ in exhaustion sources are below the ELV and below the minimum mass threshold.

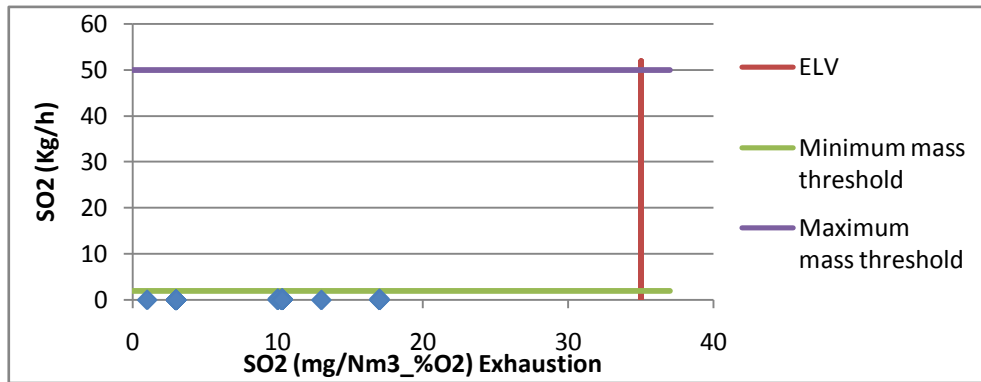


Figure 31. Distribution of the emission values and mass flow for the SO₂ parameter in Exhaustion sources.

3.8. Analysis of H₂S emissions

Table 6 shows that the minimum and maximum mass thresholds are respectively 0,05 and 1 kg/h of H₂S, and from Table 7 and Table 8 is possible to observe that the ELV is 30 mg/Nm³ for fuel gas burning sources from oil refining and 5 mg/Nm³ for sources that burn all other fuels and exhaustion.

The results from the H₂S parameter were in small number and so all the values are merged into one single chart. This was possible because the mass thresholds and the ELV are the same for all the analyzed types of sources.

In Figure 32 is possible to observe that the sources that present the higher concentrations of H₂S, and the only non-conformity, corresponds to the ones that burn biomass. Looking into all the measurements results, 20% are in non-conformity with the legislation.

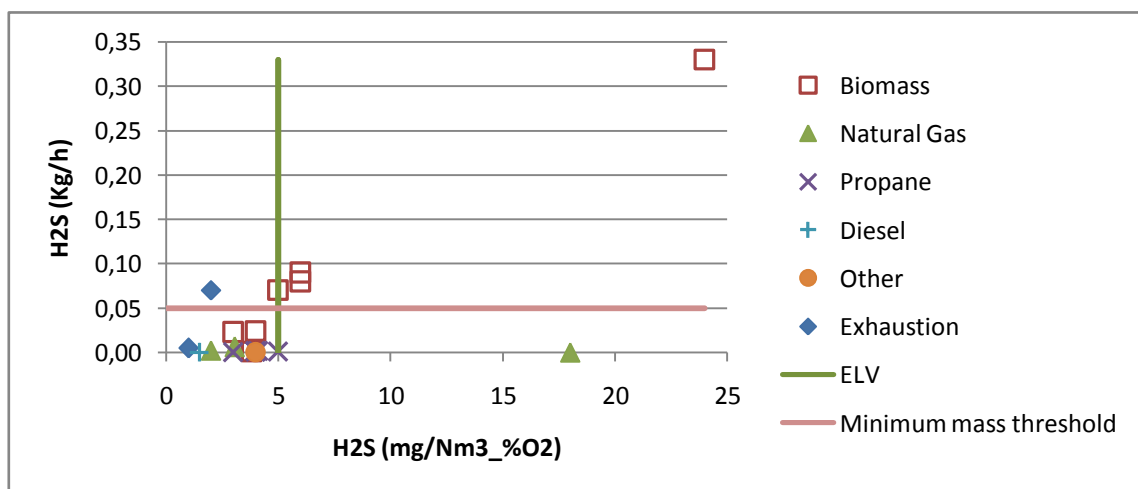


Figure 32. Distribution of the emission values and mass flow for the H₂S parameter in burning and exhaustion sources.

3.9. Analysis of TSP emissions

In Table 6 is represented that the minimum and maximum mass thresholds are respectively 0,5 and 5 kg/h of TSP, and Table 7 and Table 8 shows that the ELV is 50 mg/Nm³ for sources that burn gaseous fuel and 150 mg/Nm³ for sources that burn all other fuels and exhaustion.

The emissions from sources that burn Natural Gas are in general within the ELV. Three occurrences appeared to be above the ELV but only one is above the minimum mass threshold, what corresponds to 1% of the total measurements, and so this is the only one that doesn't comply with the Decree-Law 78/2004. As Figure 33 shows, two occurrences are above the minimum mass threshold what can result in the classification of these sources in medium sources with all the implication that are associated to this type of sources.

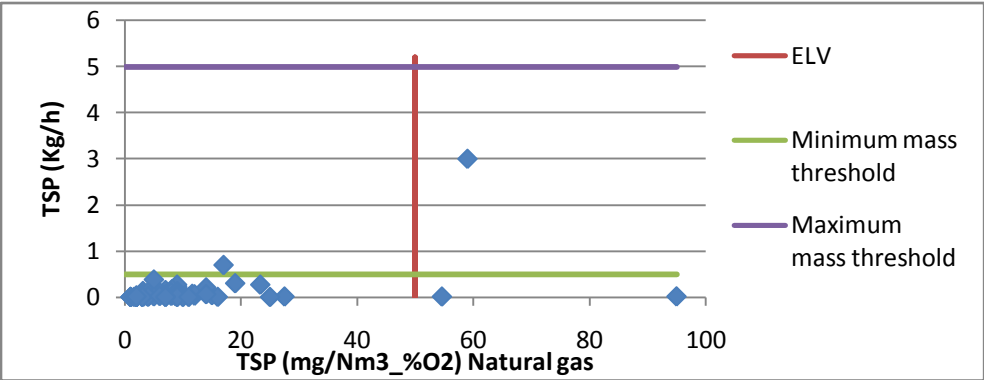


Figure 33. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in natural gas burning sources.

The propane burning sources, shown in Figure 34, present a disperse pattern of concentrations and mass flows of TSP. In the referred figure there is one result above the maximum mass threshold, that can lead this source to be considered a large source and two measurements that can indicate the presence of medium sources because their mass flow is between the minimum and the maximum threshold. Resuming, 12% of the measurements are in a situation of non-compliance.

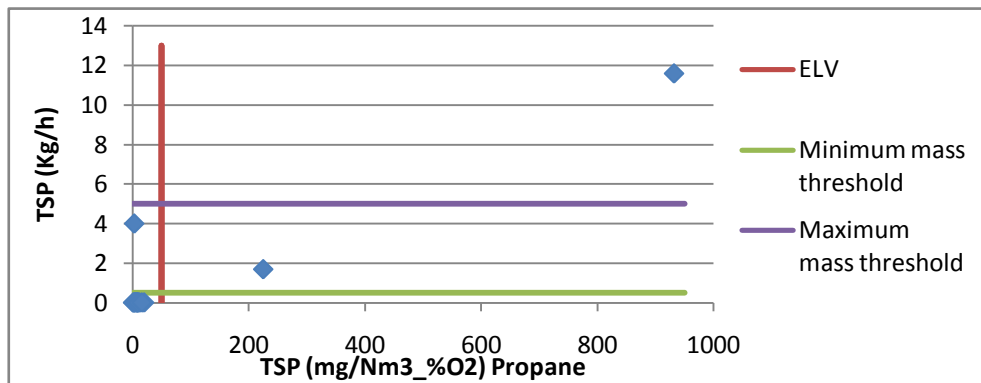


Figure 34. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in propane burning sources.

In the LPG burning sources, the obtained values for TSP concentration are all below the ELV and also below the minimum mass threshold as can be seen in Figure 35.

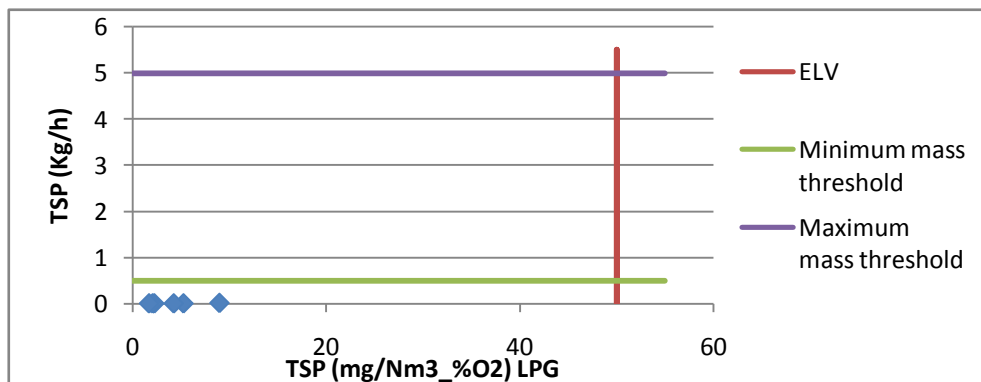


Figure 35. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in LPG burning sources.

Regarding the sources that burn diesel fuel, even though there are three exceedance to the ELV, just one is above the minimum mass threshold, so the refereed source is the only one that need to accomplish it and so is in contravene with what is stipulated in

legislation. The graphical distribution of the diesel burning sources results are presented in Figure 36.

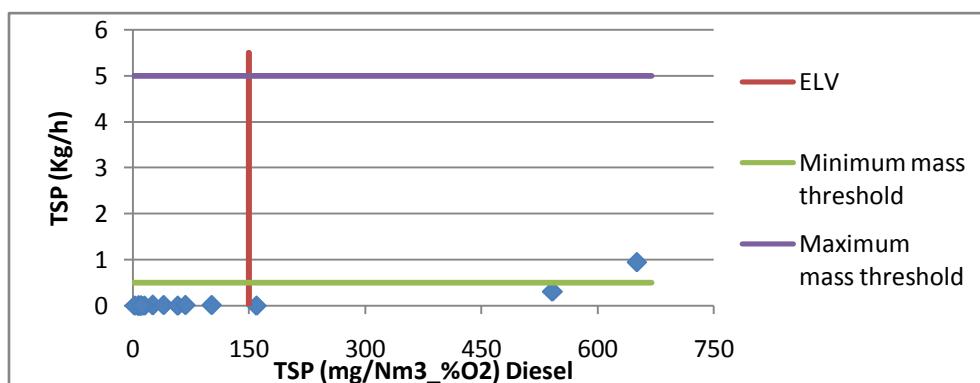


Figure 36. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in Diesel burning sources.

About the sources that burn other types of fuels, only one measurement has low values of emission and mass flow, as can be seen in Figure 37, this data don't represent any type of concern by the legislation.

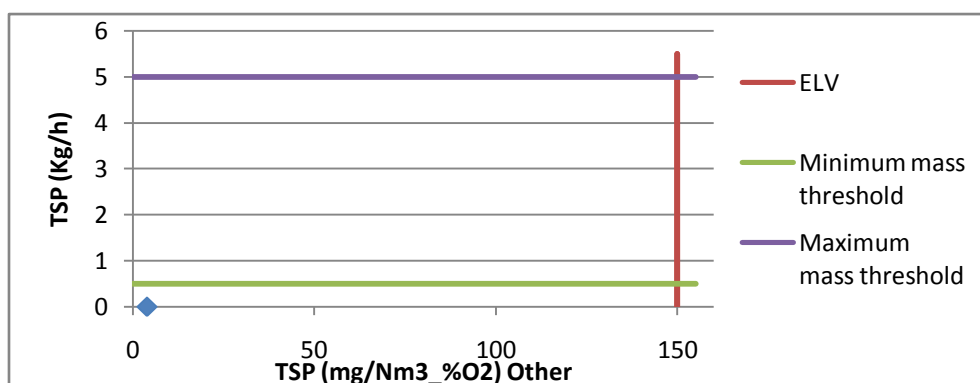


Figure 37. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in sources that burn other fuels.

In the case of the exhaustion sources, due to the high number of values and also the diversity of activities that were monitored, there are very distinct cases. It is possible to observe that 9 occurrences, 4%, of the cases are above the minimum mass threshold and from these, 2 of them are above the maximum mass threshold, denoting that these might become considered a large source for this parameter. From the total sampling results, less than 1% does not comply with the ELV. A graphical distribution of the sampling of the TSP parameter in exhaustion sources is presented in Figure 38.

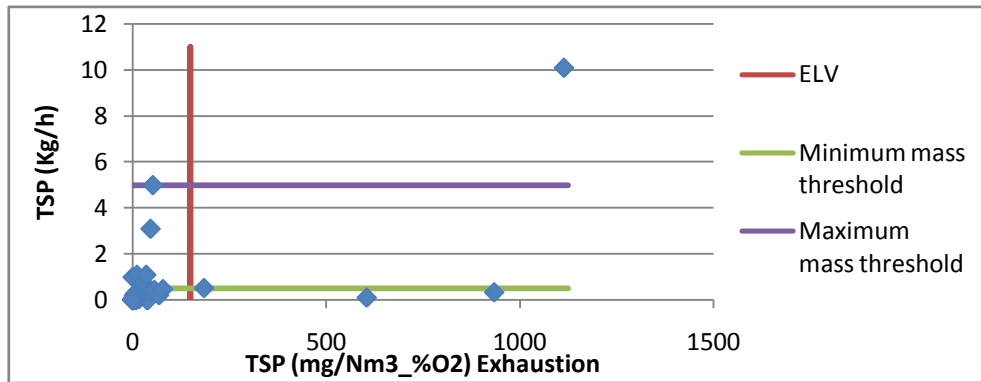


Figure 38. Distribution of the emission values and mass flow for the TSP parameter in exhaustion sources.

3.10. Analysis of VOC emissions

VOCs can be emitted to the environment from a variation of controlled and uncontrolled sources, consequently there is a large variation in the environment VOC concentrations and compositions and composition on both local, and regional scales (WANG et al., 1996).

VOCs are an empirically defined group of compounds that:

- Typically have a low molecular weight, small specific gravity, low water solubility, and low boiling point;
- Include chemical classes such as aliphatic and aromatic hydrocarbons, halocarbons, aldehydes, ketones, and alcohols; and
- Are commonly analyzed using purge-and-trap gas chromatography coupled with mass spectrometry.

In the atmosphere, VOCs react with NO_x in the presence of sun light to generate photochemical oxidants such as ozone, organic nitrates, peroxides and carbonyls. Hence, it significantly affects the oxidizing capacity and the radiative balance of the atmosphere. On the other hand, many VOCs are proved to be toxic and some, such as formaldehyde and benzene, are carcinogenic. In addition, the secondary VOCs, ozone and OH radical generated in the photochemical reaction are often more hazardous to human health and environmental quality (GUO, 2011).

The VOCs are of particular concern since they readily volatilize to the atmosphere and thus can be distributed over large regions leading to a population-wide exposure to these chemicals.

The legislation regarding the VOCs emissions establishes an ELV of 200 mg/Nm³, with the correction to the percentage of O₂, for burning sources, that is regulated by the Decree-Law 677/2009.

The emissions of VOCs in natural gas burning boilers are primarily due to incomplete combustion and are generally higher for improperly operating boilers. In addition to constituents of natural gas, most of the VOC emissions are formaldehyde or benzene, which are present in natural gas in trace amounts (DAVIS, 2000).

From Table 6 is presented that the minimum and maximum mass thresholds are respectively 2 and 30 kg/h of VOC, and in Table 7 the ELV is 200 mg/Nm³ for burning and exhaustion.

In Figure 39 is presented the distribution of the emission values and the mass flow for the VOC parameter in sources that burn natural gas. All the values are below the ELV and one result, 2% of the total samplings, is above the minimum mass threshold what might configure a situation of a possible classification of this source as medium.

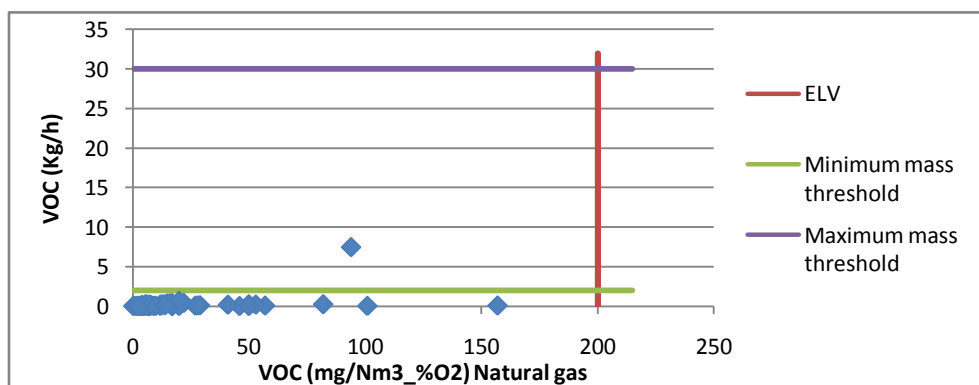


Figure 39. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in natural gas burning sources.

The emissions from Propane are all below the ELV and the Minimum mass threshold as can be seen in Figure 40.

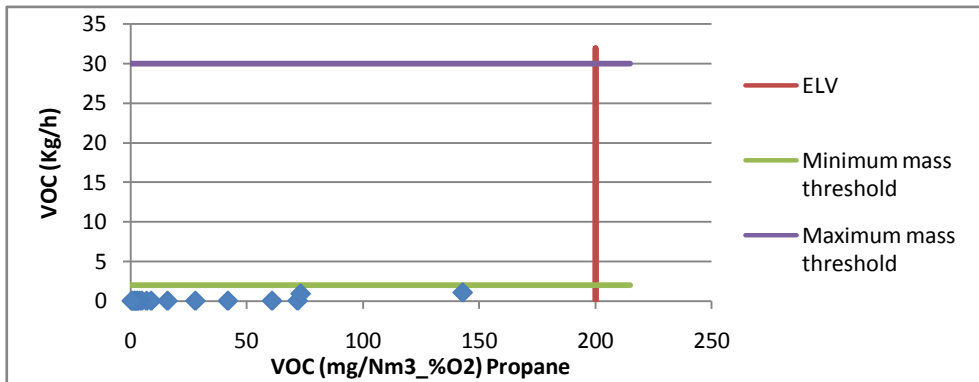


Figure 40. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in propane burning sources.

Following what is observed in almost all gaseous fuels, the sources that burn LPG present low concentrations of VOC and thus far from the ELV also, they do not reach the minimum mass threshold as Figure 41 shows.

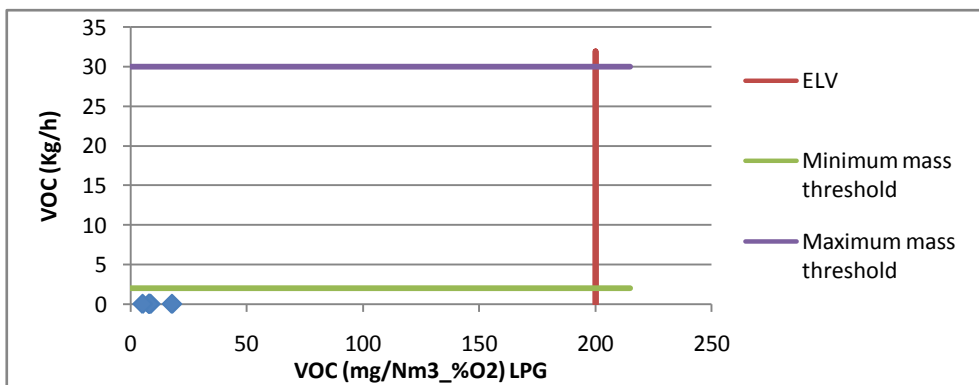


Figure 41. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in LPG burning sources.

Similar emission values were obtained in the samples of sources that burn diesel fuel, as can be seen in Figure 42. All the samples showed emission concentrations below the ELV and below the minimum mass threshold.

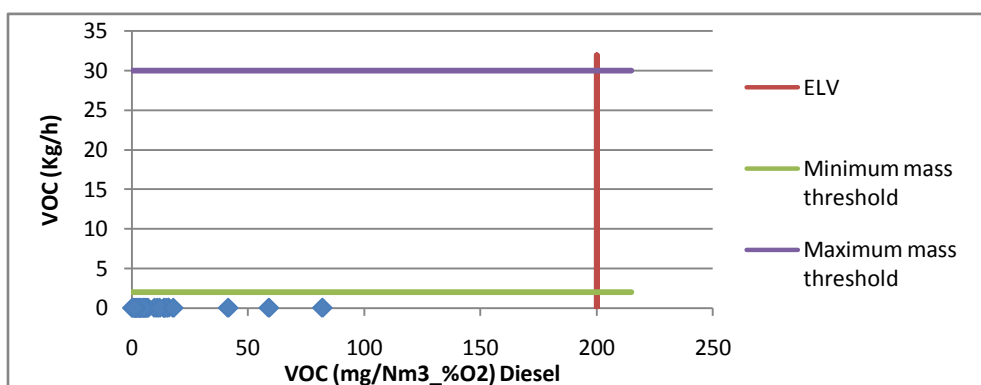


Figure 42. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in diesel burning sources.

Looking in the VOC emissions from sources that burn biomass, presented in Figure 43, is obvious that the majority, 56%, of the samples are above the ELV. Attending to the mass flow results, 27% were between the minimum and the maximum mass threshold and 4% were found above the last one. Based on this results it happens that 27% of the sources can become considered as medium sources and 4% as large sources. Resuming, 31% of the measurements are in contravene.

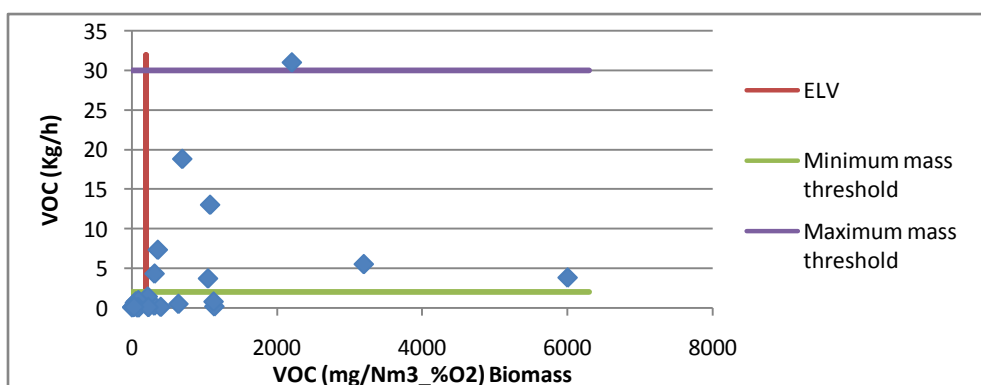


Figure 43. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in biomass burning sources.

In sources where other type of fuels are burnt only occurred three measurements, just one was below the ELV and another represented a very high concentration of VOC that reached the 13.779 mg/Nm³, as can be seen in Figure 44. This extreme value can become considered as large source if results of this order of greatness become consistent, it is also the only result that is in non-compliance with Portuguese legislation.

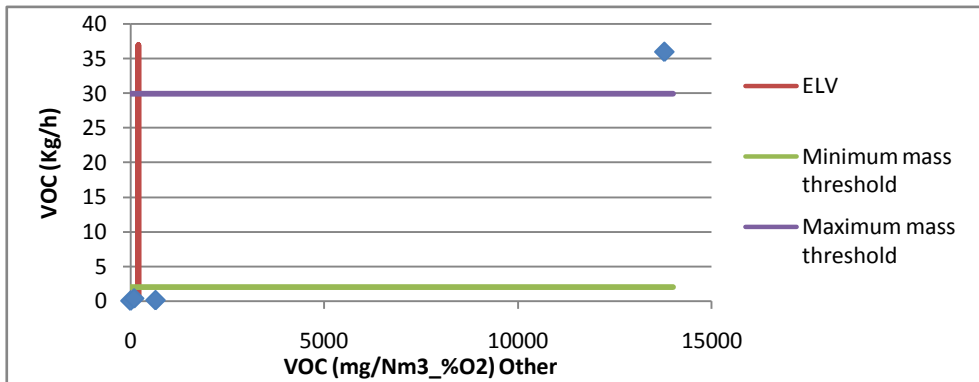


Figure 44. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in sources that burn other fuels.

The exhaustion gases represent the largest number of sampled sources with a total 199 values. From these, 15% exceeded the ELV, 12% surpassed the minimum mass threshold and just 1% was above the maximum mass threshold. Finally 10% of the measured values are in contravene with the legislation. The graphical distribution of the diesel burning sources results is presented in Figure 45.

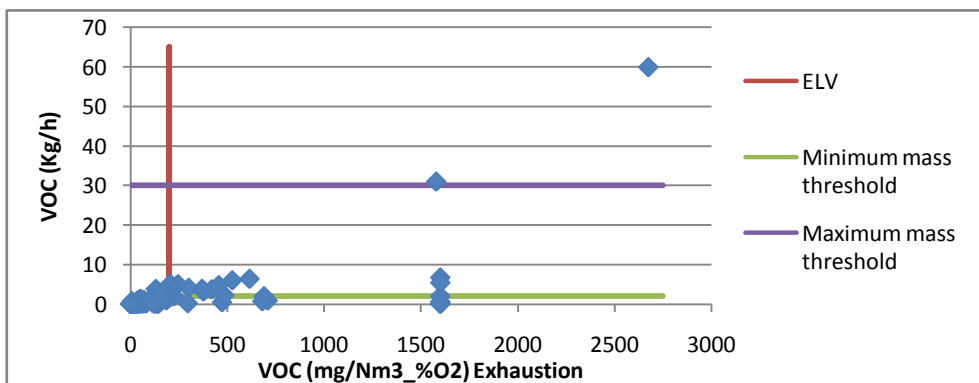


Figure 45. Distribution of the emission values and mass flow for the VOC parameter in exhaustion sources.

3.11. Analysis of NMVOC emissions

Historically, measurements have classified ambient hydrocarbons in two classes: methane (CH_4) and all the other Non-Methane Volatile Organic Compounds (NMVOCs) (BOUBEL et al., 1994). Many NMVOCs are regulated as hazardous or toxic air pollutants. One of these is benzene, one of the seven pollutants initially regulated under the hazardous pollutant provision of the 1970 Clean Air Act (CAA) Amendments.

The interest in NMVOC emissions has grown as their role in the photochemical production of ozone has been appreciated. The diversity of processes which emit NMVOCs is huge, covering not only many branches of industry, but also transport, agriculture and domestic sources.

Table 6 states that the minimum and maximum mass thresholds are respectively 1,5 and 25 kg/h of NMVOC, and from Table 7, the ELV is 110 mg/Nm³ for burning and exhaustion.

The NMVOC in industrial sources is not a commonly measured parameter and so our database only had values for sources that burn natural gas, biomass, diesel and exhaustion sources.

In sources where natural gas is burnt the NMVOC, emissions proved to be far below the ELV and the minimum mass threshold as can be seen in Figure 46.

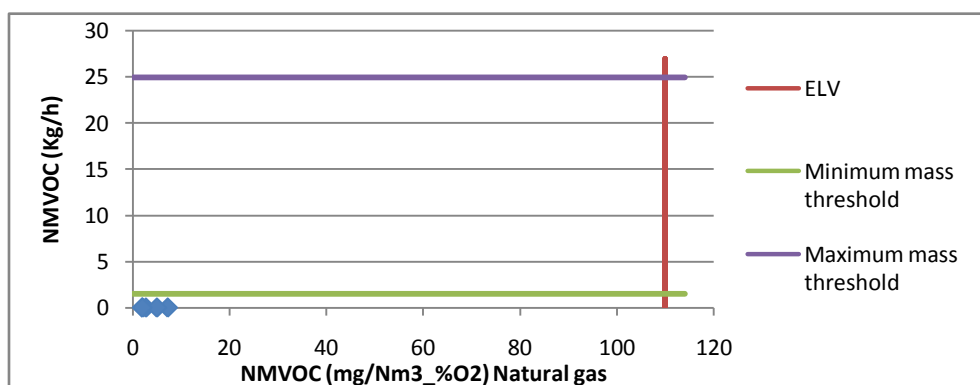


Figure 46. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in natural gas burning sources.

In similitude with what happened with the natural gas burning sources, the diesel sources also presented very low concentrations of NMVOC in the emissions, all the obtained results are within the Portuguese legislation. In Figure 47 is possible to observe the graphical distribution of the measured results.

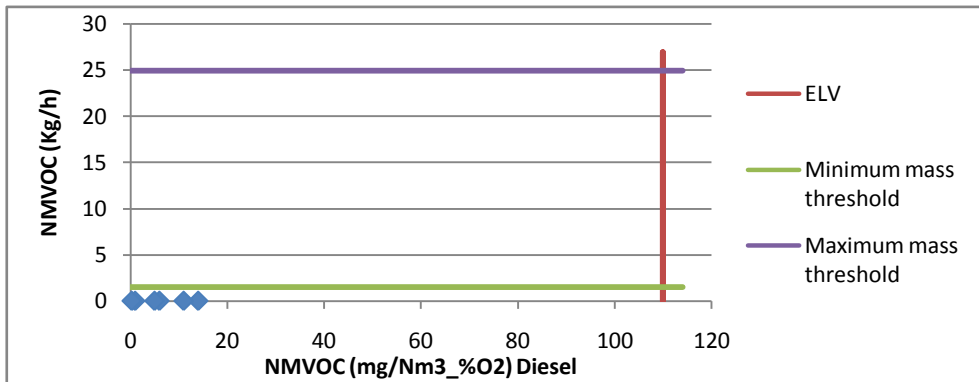


Figure 47. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in diesel burning sources.

The emissions from sources that burn biomass presented much different concentrations comparing with the previous ones, there are higher concentrations of NMVOC reaching a maximum value of 1927 mg/Nm³ of NMVOC and 50% of the values were above the ELV. Regarding the mass flows, from all the results it occurred one between the minimum and the maximum mass threshold and another above the maximum mass threshold, as can be seen in Figure 48. These two last values correspond to the only non-compliance of the NMVOC parameter in biomass burning sources.

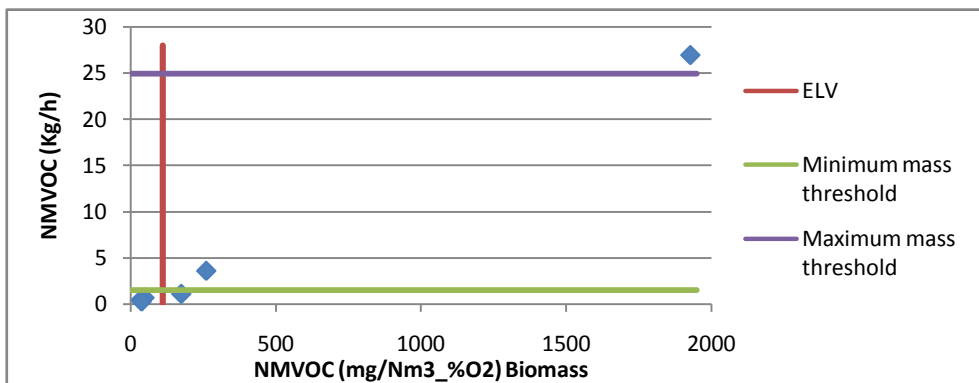


Figure 48. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in biomass burning sources.

In the exhaustion sources all the values are below the minimum mass threshold and so there are no contravene to the legislation, even though, one of the obtained values presents an emission value far higher than the ELV as can be seen in Figure 49.

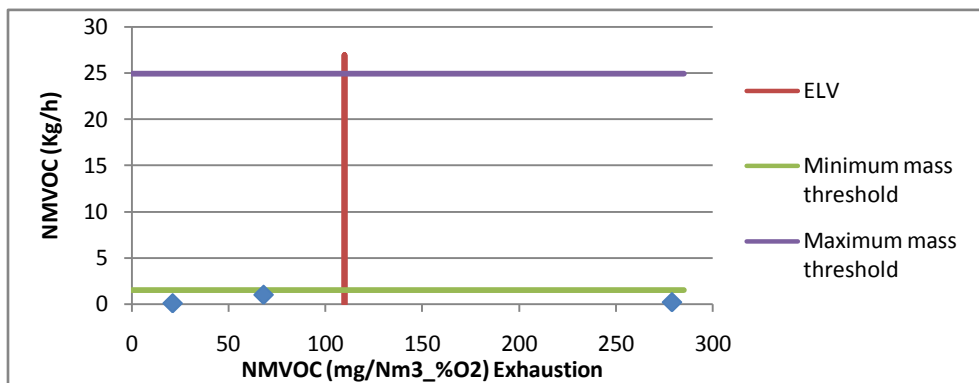


Figure 49. Distribution of the emission values and mass flow for the NMVOC parameter in exhaustions sources.

3.12. Analysis of F⁻ emissions

Fluorine is present in ceramic raw materials in the range of 0.01 to 0.2 percent. As the temperature of green ceramic bodies reaches 500° to 600°C, the fluorine in the raw material forms hydrogen fluoride (HF) and other fluorine compounds such as silicon tetrafluoride.

The fluorinated inorganic compounds are related to the ceramic industry and most of the samples performed are from this industry, there is a minor fraction that corresponds to a fertilizer and a waste industry. Almost all the exceedances to the ELV observed are from natural gas burning furnaces.

Table 6 and Table 7 states that the minimum and maximum mass thresholds are respectively 0,05 and 0,5 kg/h of F⁻, and the ELV is 5 mg/Nm³ for all burning and exhaustion sources.

Most of the furnaces of the ceramic industry use natural gas as fuel and so this fuel is responsible by 84% of the measurements performed. Due to the involved processes that use fluorine, the obtained values tend to give high concentration values leading to the occurrence of 86% of exceedances to the ELV. Among all the results, 58% were above the minimum mass threshold and from these 11% surpassed the maximum mass threshold, as the graph of Figure 50 shows. Concluding, 58% were in a non-compliance condition.

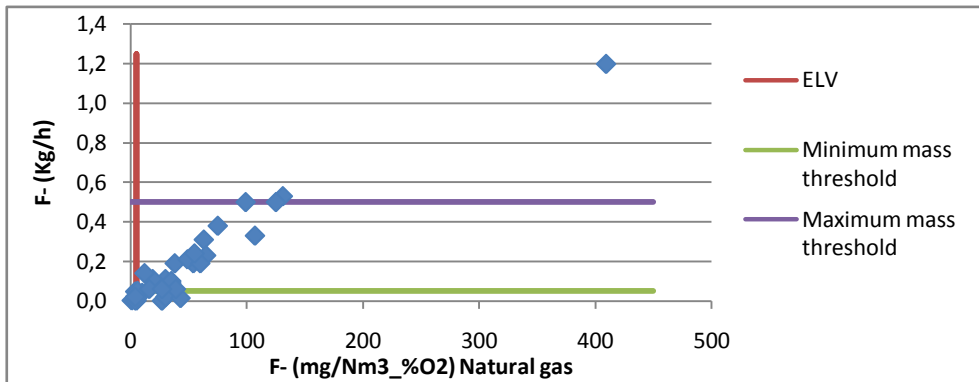


Figure 50. Distribution of the emission values and mass flow for the F⁻ parameter in natural gas burning sources.

The sources that burn propane were also from ceramic industry but the obtained concentrations of Fluorinated compound are generally lower. Looking in Figure 51 is possible to observe that from the three samples performed in Propane burning source, 67% were below the ELV and 100% below the minimum mass threshold, ending up that none of the sampling result is in contravene.

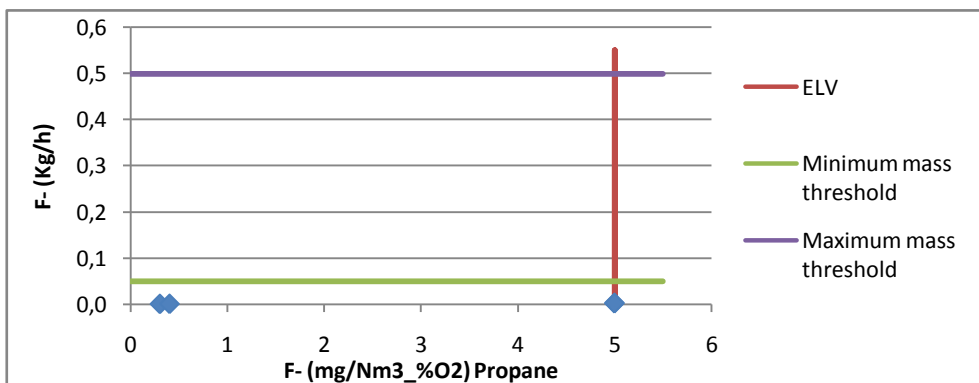


Figure 51. Distribution of the emission values and mass flow for the F⁻ parameter in propane burning sources.

In the exhaustion sources any sample surpassed the ELV but 67% have surpassed the minimum mass threshold as the Figure 52 shows. This means that these exceedances to the minimum mass threshold can be reflected in the classification of these sources as medium sources, what imply that they will need to perform a monitoring to this pollutant twice a year.

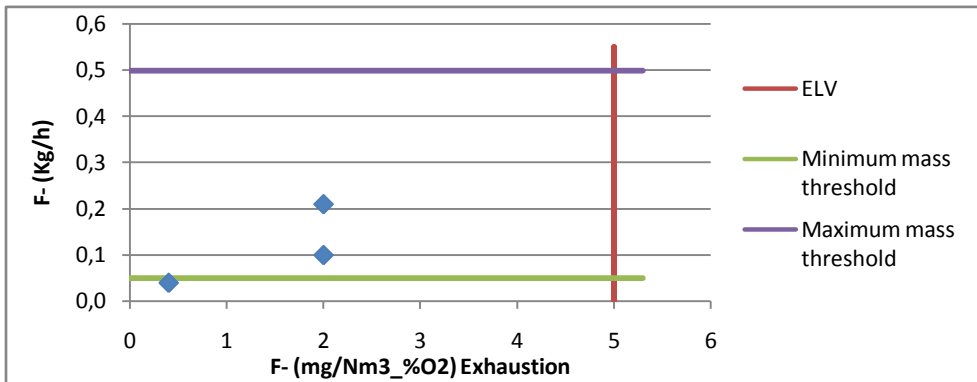


Figure 52. Distribution of the emission values and mass flow for the F⁻ parameter in exhaustion sources.

3.13. Analysis of Cl⁻ emissions

Looking at Table 6 and Table 7 is stated that the minimum and maximum mass thresholds are respectively 0,3 and 3,0 kg/h of Cl⁻ and the ELV is 30 mg/Nm³ for all burning and exhaustion sources.

Looking at Figure 53 is possible to observe that the obtained concentrations for the Cl⁻ parameter in natural gas burning sources are all below the ELV, although 14% surpassed the minimum mass threshold what can lead to a classification of medium source.

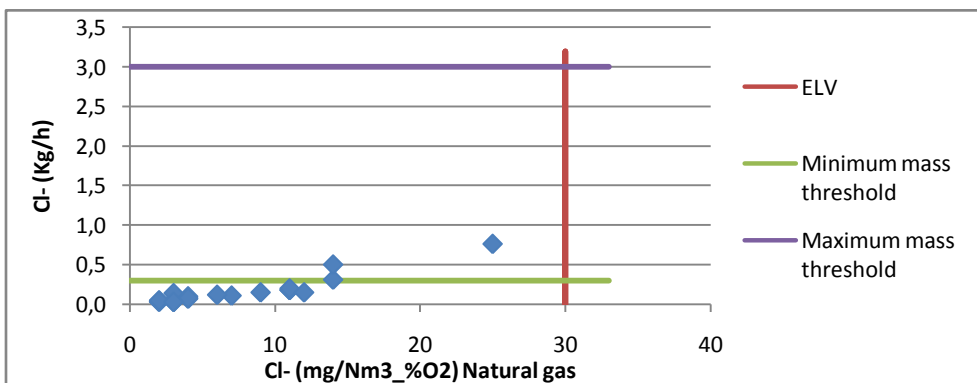


Figure 53. Distribution of the emission values and mass flow for the Cl⁻ parameter in natural gas burning sources.

From the sources that burn biomass, there's just one value that reaches the minimum mass threshold, consequently it might be considered a medium plant, although any of them has surpasses the ELV as can be seen in Figure 54.

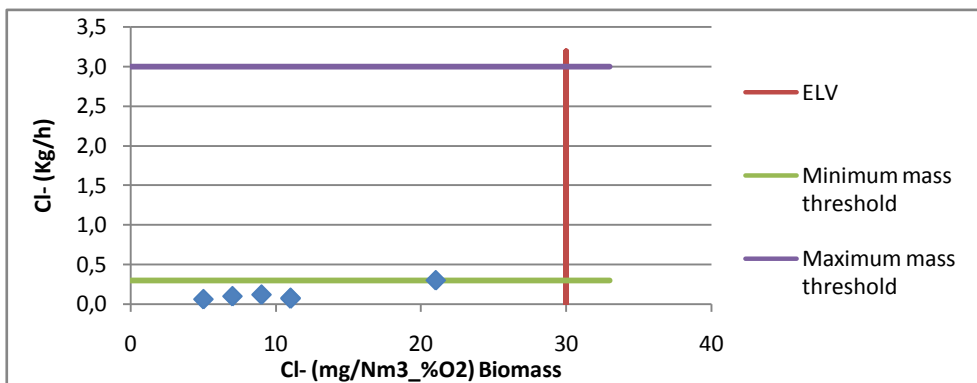


Figure 54. Distribution of the emission values and mass flow for the Cl⁻ parameter in biomass burning sources.

In Figure 55 are presented the graphical distribution of the mass flow and the concentrations of the Cl⁻ parameter in exhaustion sources. All of them can be considered medium sources if they continue to present a mass flow higher or equal to the minimum threshold. Any of the sources surpassed the ELV and so there aren't non-compliances with the national legislation.

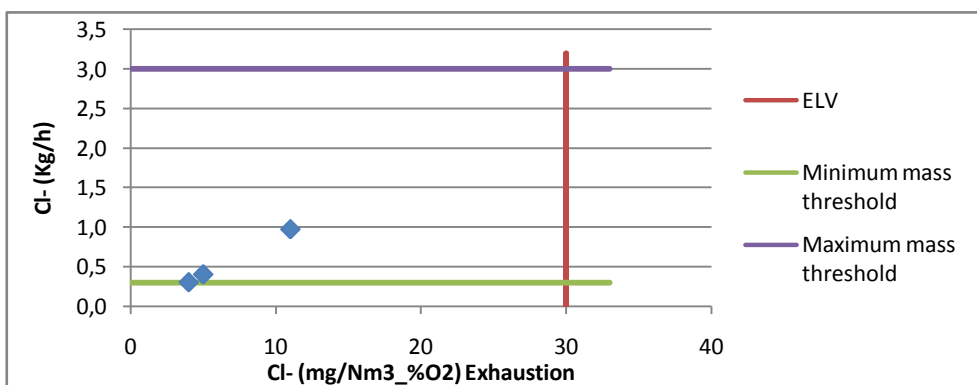


Figure 55. Distribution of the emission values and mass flow for the Cl⁻ parameter in exhaustion sources.

3.14. Analysis of Metals I emissions

In Table 6 and Table 7 is presented that the minimum mass threshold is 0,001 kg/h of Metals I and the ELV is 0,2 mg/Nm³ for all burning and exhaustion sources. In the Metals I group are included the compounds Cd, Hg and Tl.

Regarding the Metals I, it was not observed any exceedance in the ELV. Two measurements (10% of the total) in sources that burn natural gas reached the minimum mass threshold as can be seen in Figure 56. There aren't any occurrence of contravene.

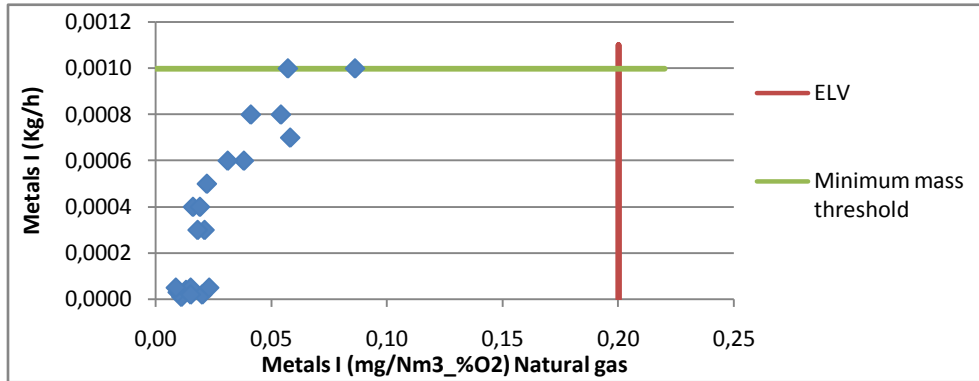


Figure 56. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in natural gas burning sources.

As the Figure 56 presents, the distribution of the concentrations of Metals I in sources that burn propane are all bellow the ELV and the mass flows are below the minimum threshold.

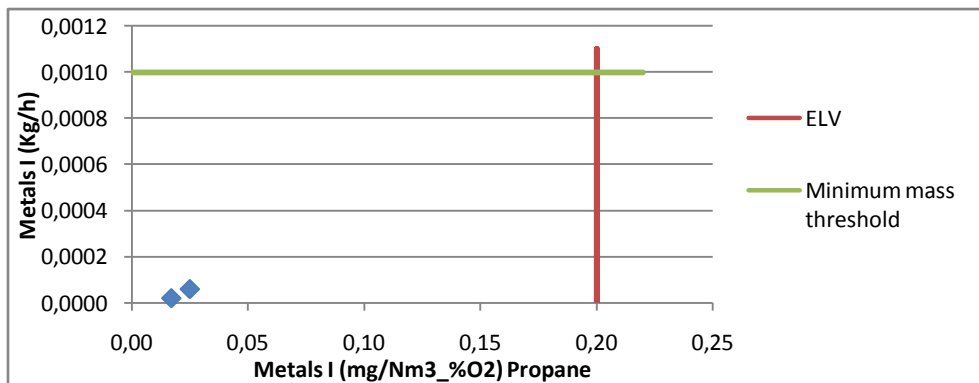


Figure 57. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in propane burning sources.

With similarity to what happens with the propane emissions characterization, the emissions of the parameter Metals I from biomass burning sources and exhaustion sources, have all their values far from the limits and the thresholds as can be seen in Figure 58 and Figure 59 respectively.

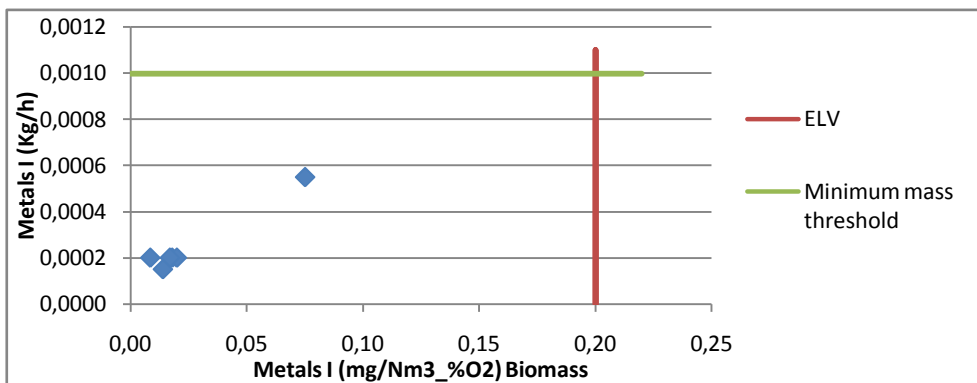


Figure 58. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in biomass burning sources.

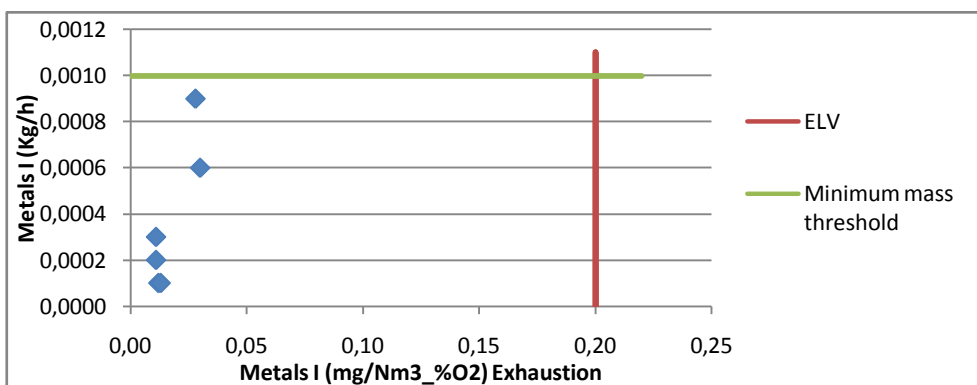


Figure 59. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals I parameter in exhaustions sources.

3.15. Analysis of Metals II emissions

Table 6 and Table 7 refers that the minimum mass threshold is 0,005 kg/h of Metals II and the ELV is 1 mg/Nm³ for all burning and exhaustion sources. In the Metals II group are included the compounds As, Ni, Se and Te.

The data collected from our database regarding the Metals II parameter comprised results from natural gas, propane and biomass burning sources and from exhaustion sources.

After analyzing the emissions of the Metals II parameter for the gaseous fuels, it was possible to conclude that the sampling results are all below the ELV and also below the minimum mass threshold, so these two types of fuels don't have any infringement. The graphical distribution of the sampling results of gaseous fuels is presented in Figure 60 and Figure 61.

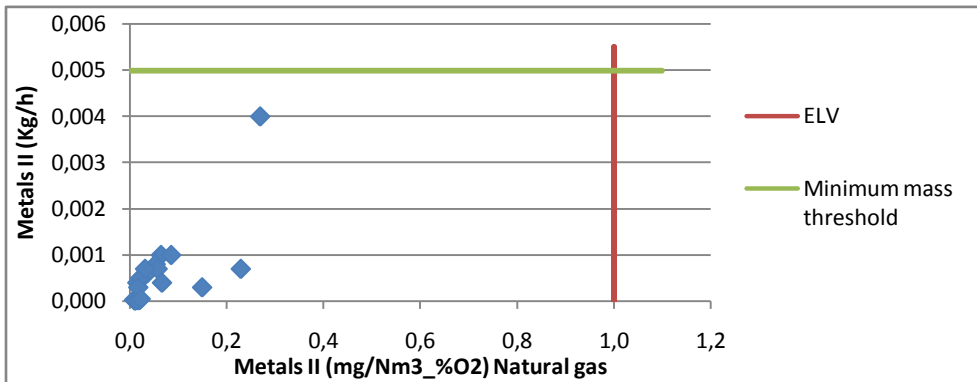


Figure 60. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in natural gas burning sources.

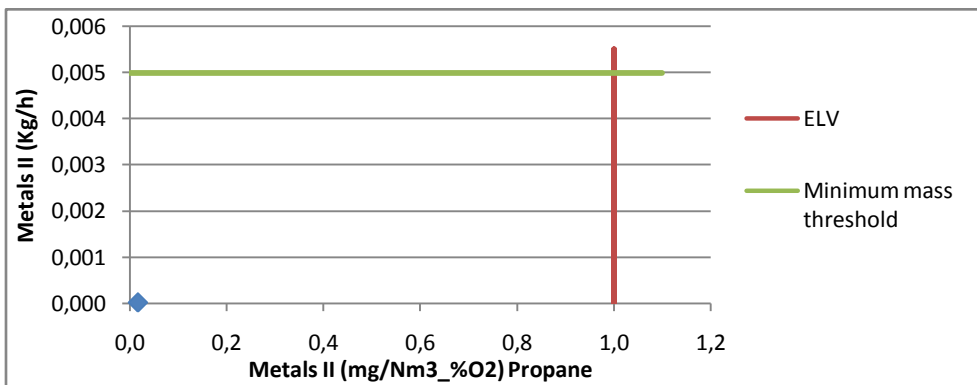


Figure 61. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in propane burning sources.

The Figure 62, shows the measurements results of the Metals II parameter in sources that burn biomass, is possible to observe that all the values are below the established ELV and also below the minimum mass threshold with the exception of one value, 17%, that surpasses this threshold.

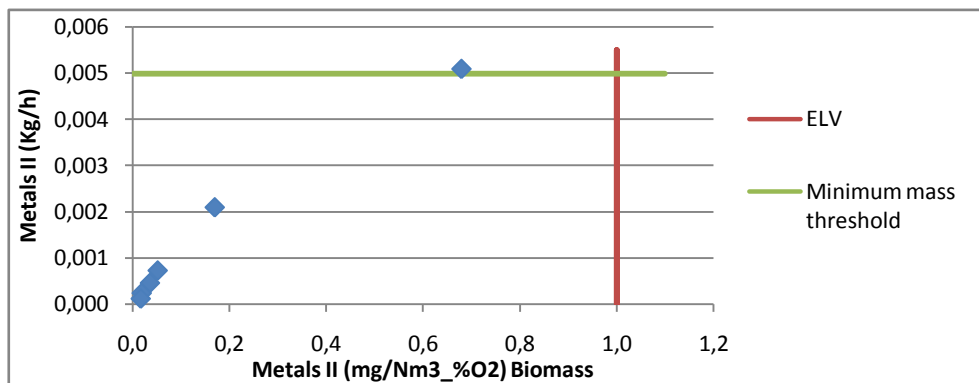


Figure 62. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in biomass burning sources.

Similar to what happens with the gaseous fuels burning sources, the exhaustion sources also present all the measuring results below the limits and the mass thresholds as can be seen in Figure 63.

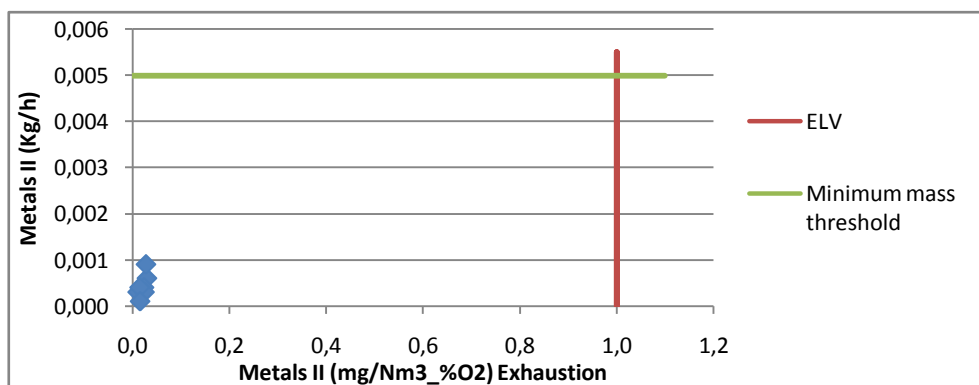


Figure 63. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals II parameter in exhaustion sources.

3.16. Analysis of Metals III emissions

Table 6 and Table 7 refers that the minimum mass threshold is 0,025 kg/h of Metals III and the ELV is 5 mg/Nm³ for all burning and exhaustion sources. In the Metals III group are included the compounds Pt, V, Pb, Cr, Cu, Sb, Sn, Mn, Pd and Zn.

Looking at Figure 64 it's possible to observe that the emissions of Metals III from natural gas burning sources present some values above the minimum mass threshold, more precisely 19%, from these only one, 5% of the total occurrence, was above the ELV and then in a situation of non-conformity.

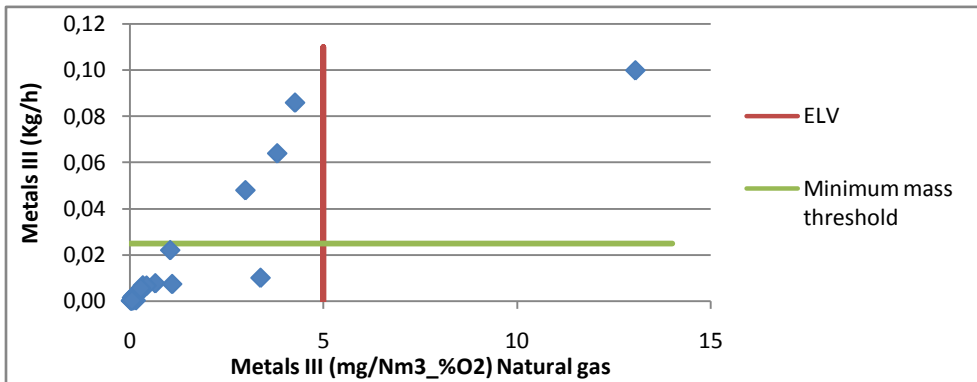


Figure 64. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in natural gas burning sources.

The values presented in Figure 65 show that the emissions of the Metals III parameter from propane burning sources are all below the ELV and the minimum mass threshold.

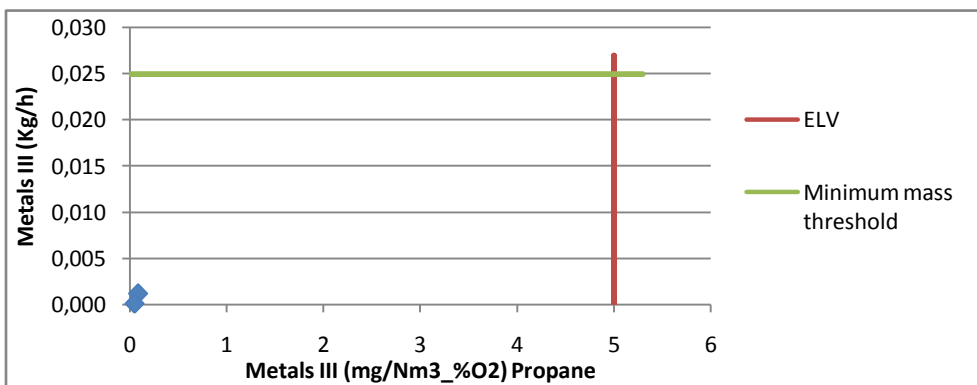


Figure 65. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in propane burning sources.

The same scenario of the previous figure is observed in Figure 66, which presents the distribution of the sampling results of the parameter Metal III in biomass burning sources, where all the values are below the ELV and the minimum mass threshold.

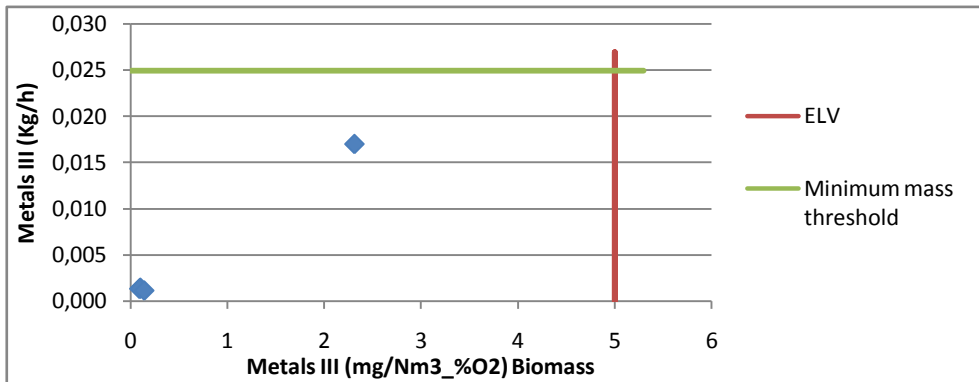


Figure 66. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in biomass burning sources.

The opposite situation occurs in the sources that burn other fuels. As can be seen in Figure 67, all the measurements are above the ELV and the minimum mass threshold. This represents a general non-conformity of all the sources.

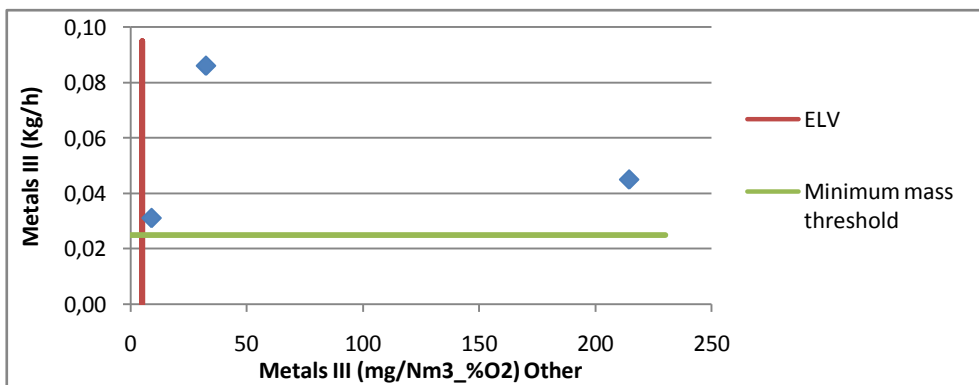


Figure 67. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in sources that burn other fuels.

The values presented in Figure 68 show that the emissions of the Metals III parameter from exhaustion sources are all below the ELV and the minimum mass threshold.

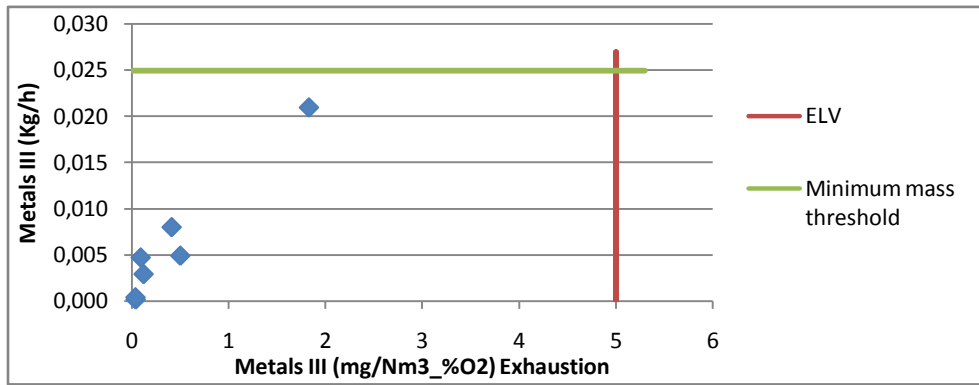


Figure 68. Distribution of the emission values and mass flow for the Metals III parameter in exhaustions sources.

4. Conclusions

The monitoring of stack emissions can involve taking samples for laboratory analysis, the in-situ determination of flue gas physical parameters such as temperature, pressure and flow rate, and of particulate loadings by isokinetic sampling, and the in-situ periodic instrumental monitoring of pollutants. Its primary use is for regulatory purposes, including measurement for determining compliance with authorized numerical limits, calibrating continuous emission monitoring systems and acceptance trials on new pollution abatement plant (MCERTS, 2011).

This thesis had the aim to evaluate the state of the emissions from industrial sources and revealed some important conclusions regarding the efficiency of the emission reduction tools and also found some aspects that should receive some more attention in order to improve.

With an overview by the sampling results it's possible to conclude that there's still much scope to improve in the field of the atmospheric emission in Portugal as it will be developed further.

The development of multimedia-based risk reduction strategies, designed to minimize the adverse effects of environmental pollution on humans and ecological receptors, requires a clear understanding of the sources, pollutants and their pathways to the receptors of concern. Knowledge of pollutant fate and transport is essential in order to assess the potential impact on the environment and to determine the need of risk reduction strategies (WANG et al., 1996).

According to the studied database it's possible to observe that most of the measurements were done by the first time and this denotes that even though the legislation that requires the measurements of the defined industries was established in 2004, many operators are starting now its monitoring activities. There's the need to include in the monitoring procedures all the industries that are covered by the Decree-law 78/2004.

From the preliminary analysis of the database it's possible to conclude that the majority of the sources are located in the regions surrounding the laboratory that provided the database. This distribution is influenced by the distance from the laboratory to the plant because it is a factor that influences the price of the measurement that is paid by the operator. Because the laboratory is present in a region that covers many industrialized

areas, is possible to find several types of industrial activity in the case study database. By the relation of the number of plants and the number of sources in each industrial sector it's possible to conclude that the major plants are from the auto repair, metalomechanics and ceramics. The cork sector is, among the previous three, one that has a high number of sources even though the number of plants is smaller, this implies that the cork industry has a large number of sources in each plant due to the type of processes used which produces suspended particles.

According to the types of fuels that are used by the operators from our database there's obviously a predominance of the natural gas. The second most used fuel is the biomass even though it is a pollutant that has a low environmental performance. This is because many times, the biomass it's a sub-product that is used as fuel in many industrial sectors.

Looking at the structural aspects it's important to refer that only 37% of the stacks in this database are in compliance with the Portuguese standard NP 2167. This result represents an important concern since this standard was introduced in 1992.

Regarding the conditions of discharge of pollutants to the atmosphere the results are more satisfactory, with 82% of compliance with the Number 3 of Article 29th of the Decree-Law 78/2004.

The fuels that are present in our database were very diverse and their resulting emission reveals some specific characteristics. The gaseous fuels proved to be cleaner for almost all the parameters, and the biomass is the one presenting the highest extreme emission values.

The CO is a compound that is produced by a burning process and so there's no ELV for exhaustion sources. The fuel that is responsible by the majority of exceedances is the biomass because the process of burning is susceptible to interferences that lead to the inefficiency and consequently higher emissions of pollutants.

The NO_x emissions revealed to be well controlled in the burning sources as there were no contravene, in the exhaustion sources it occurred one contravene. The control system that has been demonstrated on small commercial boilers is Flue Gas Recirculation (FGR). NO_x emissions from propane combustion can be reduced by as much as 50 percent by recirculating about 16% of the flue gas. NO_x emission reductions of over 60 percent have been achieved with FGR and low-NO_x burners used in combination ([EPA, 1995](#)).

Regarding the emission of the SO₂ parameter, the observed situation of the sampled sources shows that this pollutant doesn't present major concerns with the accomplishment of the Portuguese regulations. Even the results that reached and surpassed the minimum mass threshold don't present major concern, and probably can avoid the classification of medium sources with some improvements in the production process or in pollution control systems.

The TSP can be produced by a burning process or by a non-burning industrial process and so are found non-compliances of this parameter in both types of sources.

For VOC and NMVOC the higher emission values and the higher percentage of non-compliance are observed in the Biomass burning sources. When proper drying conditions don't exist, the combustion temperature is lowered and increased organic compound emissions may result from any boiler type (EPA, 1995). These high levels of VOCs emissions are due to an incomplete burn of organic matter.

Regarding the Fluorinated compounds, a significant number of non-compliance results and all of them are resultant from the ceramic industry. According to the literature, Fluorine in ceramic industries derives from decomposition of phyllosilicates (micas, smectites) and scarce amounts of fluorapatite and fluorite. Much of the fluorine is released as HF. However, if lime is present in the ceramic body, HF reacts with the lime to form calcium fluoride (CaF₂), reducing potential HF emissions. Emissions of HF from kilns can be reduced through process modifications such as increasing the raw material lime content and reducing kiln draft, kiln exhaust temperature, and kiln residence time. Dry sorption scrubbing also has been used to control HF emissions in the brick and ceramic industries in Germany and in the brick industry in the United States. These devices use limestone as a sorption medium to produce CaF₂, which is removed by means of a rotating screen, drum, or fabric filter. Control efficiencies of 95 to 99 percent have been reported for this type of scrubber (EPA, 1995).

From the data that was collected from the sampling of the Cl⁻ parameter it's possible to conclude that the industries are managing to achieve the established limits. Regarding the Heavy Metals emissions one contravene to the Portuguese legislation was verified in the Metal III group, in the other groups the results are all controlled.

Resuming the biomass appears as the fuel that presents the highest number of unconformities and also the highest number of potential medium and large sources. The

parameters that have appeared the most out of the legislation regulations are the VOC and the fluorinated compounds.

It's important to refer that some of the emissions values that were measured are susceptible to be reduced with a simple maintenance of the pollution emission control devices and also by the correct adjustment of burning condition. In some occasions, the improper adjustment of boilers represents significant increases of fuel costs to the operators. Additionally it was observed during the stack monitoring that some emissions control mechanisms were running improperly due to the cost of maintenance or by the lack of technical assistance.

Finally it would be interesting that the information regarding the industrial emissions would become available to the citizens either with real time online results for those sources that have continuous monitoring, or by an interactive database where everyone could have access and take their own conclusions and look specifically to the emissions that are released in his influence area. With this information merged together with other types of emissions, as residential and transports, with a spatial distributions the air quality would become an important factor of decisions of where to build a house, or where to spend vacations. And with this level of public information and awareness the atmospheric emissions and the air quality would achieve a higher strength of decision in front of the political and industrial stakeholders.

5. Bibliography

AIRCLIM- The CAFE programme and the thematic strategy on air pollution. <http://www.airclim.org/factsheets/factsheet19.pdf>, 2009.

AUTRUP, H. - Ambient Air Pollution and Adverse Health Effects. Harmony of Civilization and Prosperity for All. ISSN 1877-0428. Vol. 2, n.º 5 (2010), p. 7333-7338.

BORREGO, C. [et al.] - Air quality management in Portugal: example of needs and available tools. Environmental Pollution. ISSN 0269-7491. Vol. 120, n.º 1 (2002), p. 115-123.

BOUBEL, RICHARD W. [et al.] - Fundamentals of Air Pollution. (1994).

CNMJ.PT-. http://cnmj.pt/elements/mapa_portugal.png.

COOPER, C. DAVID; ALLEY, F. C. - Air Pollution Control. Third Edition. 2002.

COUTINHO, M. [et al.] - Comparison of European national legislation efficiency on the reduction of air pollutant emissions. Journal of the Air & Waste Management Association. ISSN 1047-3289. Vol. 56, n.º 3 (2006), p. 317-321.

DAVIS, WAYNE T. - Air Pollution Engineering Manual. (2000), p. 886.

DEGREE-LAW_78/2004 - D. R. - I Série-A.

EBIEFUNG, A. A.; UDO, G. - An industrial pollution emission control model. Computers & Industrial Engineering. ISSN 0360-8352. Vol. 37, n.º 1-2 (1999), p. 371-374.

EEA - Air quality in Europe — 2011 report. 2011.

EEA - Annual European Community LRTAP Convention emission inventory report 1990–2006. Denmark.

EMEP - Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe in 2009. 2011.

EPA - Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Vol. Volume 1: Stationary point and area sources (1995).

EPA - Guidance report on preliminary assessment under EC air quality directives. (1998), p. 64.

ERSE - Caracterização do Sector do Gás Natural em Portugal. <http://www.erse.pt/pt/espacoconhecimento/DocumentoseapresentacoesPapersBoletins/KB/Attachments/161/res197FB62A1E534C52A75F8D14DC5E8FA2.pdf>: 2007. [Consult. 25/11/2011].

EU- Directive of the European Parliament and of the Council on Ambient Air Quality and Cleaner Air For Europe. Brussels. 2005.

EUROPEAN_COMISSION - Handbook on the Implementation of EC Environmental Legislation [em linha]. Vol. Section 3 – Air quality legislation (2008).

EUROPEAN_COMISSION - Thematic Strategy on air pollution. Communication From the Commission to the Council and the European Parliament. Vol. (2005).

GARGAVA, P.; AGGARWAL, A. L. - Emission inventory for an industrial area of India. Environmental Monitoring and Assessment. ISSN 0167-6369. Vol. 55, n.º 2 (1999), p. 299-304.

GODISH, THAD - Air Quality. (2003), p. 460.

GONZALEZ, I.; GALAN, E.; MIRAS, A. - Fluorine, chlorine and sulphur emissions from the Andalusian ceramic industry (Spain) - Proposal for their reduction and estimation of threshold emission values. Applied Clay Science. ISSN 0169-1317. Vol. 32, n.º 3-4 (2006), p. 153-171.

GUO, H. - Source apportionment of volatile organic compounds in Hong Kong homes. Building and Environment. ISSN 0360-1323. Vol. 46, n.º 11 (2011), p. 2280-2286.

IIASA - Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme. (2005), p. 77.

INSTITUTO_DO_AMBIENTE- Directrizes Relativas à Descarga de Poluentes na Atmosfera. Lisboa. 2006a.

INSTITUTO_DO_AMBIENTE - Estratégia Temática sobre Poluição Atmosférica. (2006b).

IYPE - Recursos - a caminho de um uso sustentável. (2006).

LEVI, F.; MELO, P.; DE LUCENA, U. - Accessibility implementation planning for large governmental websites: a case study. LA-WEB 06: Fourth Latin American Web Congress, Proceedings. (2006), p. 113-116.

LI, J. C. [et al.] - Forecasting the growth of China's natural gas consumption. Energy. ISSN 0360-5442. Vol. 36, n.º 3 (2011), p. 1380-1385.

LOPES, M.; BARROS, N.; BORREGO, C. - Environmental management instruments: topics for atmospheric pollution control strategy. Environmental Coastal Regions. ISSN 1462-6098. Vol. 5 (2000), p. 239-248.

LUCON, O. D.; DOS SANTOS, E. M. - The HORUS model - inventory of atmospheric pollutant emissions from industrial combustion in Sao Paulo, Brazil. Environmental Impact Assessment Review. ISSN 0195-9255. Vol. 25, n.º 2 (2005), p. 197-214.

MCERTS - Manual stack emission monitoring. (2011).

MONTEIRO, A. [et al.] - Air quality assessment for Portugal. Science of the Total Environment. ISSN 0048-9697. Vol. 373, n.º 1 (2007), p. 22-31.

ORDINANCE_263/2005-: D. R. - I Série-B.

REN, C.; TONG, S. - Health effects of ambient air pollution - recent research development and contemporary methodological challenges. Environmental Health. ISSN 1476-069X. Vol. 7 (2008).

RODRIGUES, R. [et al.] - Revision of the Legislation of Atmospheric Pollutants Emissions in Portugal. 6th International Conference on Emissions Monitoring (CEM 2004). (2004).

SCHOPP, W. [et al.] - Integrated assessment of European air pollution emission control strategies. Environmental Modelling & Software. ISSN 1364-8152. Vol. 14, n.º 1 (1999), p. 1-9.

STERNER, T.; TURNHEIM, B. - Innovation and diffusion of environmental technology: Industrial NOx abatement in Sweden under refunded emission payments. Ecological Economics. ISSN 0921-8009. Vol. 68, n.º 12 (2009), p. 2996-3006.

UNECE - HANDBOOK FOR THE 1979 CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION AND ITS PROTOCOLS. Geneva: 2004.

WANG, WUNCHENG; SCHNOOR, JERALS L.; DOI, JON - Volatile Organic Compounds in the Environment. (1996), p. 291.

WHO - Air Quality Guidelines, Global Update 2005. (2006).

Appendix

Portuguese Law-Decree 78/2004; establishes the legal framework regarding the prevention and control of atmospheric emissions by setting the principles, objectives and instruments to ensure appropriate protection of the natural air, and the measures, procedures and obligations of operators of covered facilities, in order to avoid or reduce acceptable levels of air pollution originating in these facilities.

MINISTÉRIO DOS NEGÓCIOS ESTRANGEIROS**Aviso n.º 27/2004**

Por ordem superior se torna público ter Portugal depositado, em 6 de Fevereiro de 2004, o instrumento de adesão à Convenção de Viena sobre o Direito dos Tratados, feita em 23 de Maio de 1969, com a seguinte declaração:

«O artigo 66.º da Convenção de Viena encontra-se indissociavelmente ligado às disposições da parte v, à qual se refere. Nestes termos, Portugal declara que, na sua relação com qualquer outro Estado que formulou ou formule uma reserva cujo efeito seja o de não se vincular no todo ou em parte pelas disposições do artigo 66.º, não se considerará vinculado em relação a esse Estado nem pelas normas processuais nem pelas normas substantivas da parte v da Convenção, relativamente às quais deixam de se aplicar os procedimentos previstos no artigo 66.º em virtude da referida reserva. Contudo, Portugal não objecta à entrada em vigor do remanescente da Convenção entre a República Portuguesa e o Estado em questão e considera que a ausência de relações convencionais entre si e esse Estado, em relação à totalidade ou parte das normas na parte v da Convenção de Viena, não prejudica de modo algum o dever deste de observar as obrigações decorrentes de tais disposições às quais esteja vinculado ao abrigo do direito internacional, independentemente da Convenção.»

Mais se informa que, nos termos do n.º 2 do seu artigo 84.º, a Convenção entrou em vigor para a República Portuguesa em 7 de Março de 2004.

A Convenção foi aprovada para adesão pela Resolução da Assembleia da República n.º 67/2003 e ratificada pelo Decreto do Presidente da República n.º 46/2003, publicados no *Diário da República*, 1.ª série-A, n.º 181, de 7 de Agosto de 2003.

Departamento de Assuntos Jurídicos, 10 de Março de 2004. — O Director, *Luis Serradas Tavares*.

Aviso n.º 28/2004

Por ordem superior se torna público que foram emitidas notas, em 15 de Julho e em 23 de Maio de 2003, respectivamente pela Embaixada de Portugal em Manila e pelo Ministério dos Negócios Estrangeiros das Filipinas, em que se comunica terem sido cumpridas as respectivas formalidades constitucionais internas de aprovação do Acordo entre a República Portuguesa e a República das Filipinas sobre a Promoção e a Protecção Recíprocas de Investimentos, assinado em Manila em 8 de Novembro de 2002.

Por parte de Portugal, o citado Acordo foi aprovado em Conselho de Ministros em 27 de Março de 2003, tendo o respectivo Decreto n.º 25/2003 sido publicado no *Diário da República*, 1.ª série-A, n.º 116, de 20 de Maio de 2003.

Nos termos do artigo 13.º do citado Acordo, este entra em vigor em 14 de Agosto de 2003.

Direcção-Geral das Relações Bilaterais, 11 de Março de 2004. — O Director-Geral, *Manuel Nuno Tavares de Sousa*.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E AMBIENTE**Decreto-Lei n.º 78/2004**

de 3 de Abril

A definição de valores limite de concentração de poluentes na atmosfera, ao nível do solo, que se reconheçam adequados à protecção da saúde humana e do ambiente é um dos principais instrumentos da política da qualidade do ar. Por outro lado, a fixação de valores limite de emissão na fonte para os poluentes mais significativos, pelos seus efeitos na saúde das populações e no ambiente em geral, constitui medida essencial para uma política de prevenção e controlo da poluição atmosférica. Estas duas vertentes fundamentais da estratégia da protecção do ambiente atmosférico têm, no quadro nacional, consagração legislativa desde há mais de uma década, no Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, ao qual se reconhece o mérito de ter introduzido uma concepção, à época inovadora, no domínio da gestão do recurso ar.

Esta norma estratégica tem vindo a ser definida ao nível da União Europeia, sobretudo desde a década de 80, em que se assistiu a numerosas iniciativas regulamentares visando reduzir e controlar quer os níveis de concentração de poluentes na atmosfera quer as emissões atmosféricas de certos poluentes com origem em fontes fixas. Aliás, o 5.º e o 6.º Programas de Acção em Matéria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável prevêm medidas destinadas a combater a acidificação, a eutrofização dos solos e a formação de ozono troposférico, implicando uma estratégia especialmente vocacionada para evitar que sejam excedidas as cargas críticas na exposição a poluentes atmosféricos acidificantes, eutrofizantes e fotoquímicos. O estabelecimento de valores limite de emissão aplicáveis às emissões de SO_2 , NO_x , COV, NH_3 , para além dos compostos halogenados, partículas e metais, constitui, pois, um meio eficaz de satisfazer os objectivos dessa estratégia que estão também em consonância com os definidos no Protocolo de Gotemburgo, de 1 de Dezembro de 1999, à Convenção de 1979 da Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas (UNECE) sobre a Poluição Atmosférica Transfronteiras a Longa Distância, relativo à redução da acidificação, da eutrofização e do ozono troposférico.

A transposição para o direito interno da Directiva n.º 96/62/CE, relativa à gestão da qualidade do ar, concretizada através da publicação do Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho, veio, entretanto, dar início a um processo de reforma legislativa do Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, revogando-o na parte correspondente aos objectivos de avaliação sistemática e da gestão de qualidade do ar, introduzindo mecanismos e instrumentos de intervenção mais eficazes e modernos.

Contudo, a necessidade de introduzir uma profunda revisão do regime das emissões de poluentes, reconhecida ao nível dos mais diversos quadrantes, compreendendo operadores e agentes económicos, agentes da administração central e local e entidades fiscalizadoras, impunha a alteração da parte remanescente e ainda em vigor do referido Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, e da respectiva legislação complementar, conduzindo à sua completa reforma.

O presente diploma vem, pois, consagrar a reforma das normas vigentes em matéria de emissões constantes da legislação e institui um novo regime legal de protecção e controlo da poluição atmosférica. Com este diploma pretende-se, com efeito, possibilitar uma resposta mais eficaz e ajustada às necessidades de actualização de conceitos, metodologias, princípios e objectivos e, de um modo geral, definir os traços fundamentais de uma verdadeira política de prevenção e controlo da poluição atmosférica, estabelecendo um adequado regime sancionatório.

Essencial é, também, a introdução de mecanismos económicos e fiscais na área das emissões de poluentes que tornem possível a satisfação de compromissos internos e internacionais em sede de prevenção e redução da poluição atmosférica, bem como a definição da base estruturante da elaboração dos inventários de emissões nacional e regionais.

O regime legal ora instituído, a par do regime das normas constantes do Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho, passa a constituir o enquadramento legislativo da política de gestão do ar em Portugal, na dupla vertente, respectivamente, da prevenção e controlo das emissões de poluentes atmosféricos e da avaliação e gestão da qualidade do ar.

Foram ouvidos os órgãos de governo das Regiões Autónomas e a Associação Nacional de Municípios.

Assim:

Nos termos da alínea *a*) do n.º 1 do artigo 198.º da Constituição, o Governo decreta, para valer como lei geral da República, o seguinte:

CAPÍTULO I

Disposições gerais

Artigo 1.º

Objecto

O presente diploma estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objectivos e instrumentos apropriados à garantia de protecção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações.

Artigo 2.º

Princípios e objectivos

1 — Incumbe ao Estado promover as medidas de carácter administrativo e técnico ou outras que garantam a protecção e controlo do ambiente atmosférico.

2 — Constituem objectivos do presente diploma a prevenção e o controlo da poluição atmosférica, incluindo, nomeadamente:

- a*) A definição de políticas, de medidas e de procedimentos destinados a evitar ou reduzir os níveis de emissão originados em instalações responsáveis pela descarga de poluentes para a atmosfera, segundo metas e calendários fixados em cada momento;
- b*) O fomento de iniciativas públicas e privadas ou de parcerias destinadas a promover a melhoria da qualidade do ar, designadamente através da

utilização de melhores técnicas disponíveis e de combustíveis menos poluentes, com vista, nomeadamente, a desenvolver uma política integrada da prevenção do controlo da poluição atmosférica, bem como a evitar as transferências de descargas poluentes de um meio receptor para outro, no quadro da aplicação do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 31 de Agosto;

- c*) A promoção de políticas e medidas concretas que permitam, num quadro global, coordenar e articular esforços na redução das emissões de gases com efeito de estufa originados em instalações abrangidas pelo presente diploma;
- d*) A adopção de medidas adequadas à progressiva redução e ao controlo dos efeitos da transferência de poluição atmosférica a longas distâncias, designadamente numa perspectiva transfronteira.

Artigo 3.º

Âmbito de aplicação

1 — Estão abrangidas pelo presente diploma todas as fontes de emissão de poluentes atmosféricos associadas a:

- a*) Actividades de carácter industrial;
- b*) Produção de electricidade e ou de vapor;
- c*) Manutenção e reparação de veículos;
- d*) Pesquisa e exploração de massas minerais;
- e*) Instalações de combustão integradas em estabelecimentos industriais, comerciais ou de serviços, entre os quais os de prestação de cuidados de saúde, os de ensino e instituições do Estado;
- f*) Actividades de armazenagem de combustíveis.

2 — Excluem-se do âmbito de aplicação do presente diploma:

- a*) As instalações de combustão com uma potência térmica nominal igual ou inferior a 100 kWth (kilowatts térmicos), excepto no que respeita ao artigo 7.º do presente diploma;
- b*) Os geradores de emergência, excepto no que respeita ao disposto no artigo 7.º e no n.º 4 do artigo 21.º do presente diploma;
- c*) Os sistemas de ventilação, na acepção da alínea *vv*) do artigo 4.º do presente diploma;
- d*) As instalações ou parte de instalações utilizadas exclusivamente para investigação, desenvolvimento ou experimentação de novos produtos ou processos.

3 — O regime instituído pelo presente diploma não prejudica o disposto em legislação especial, nomeadamente na relativa a tectos de emissão nacionais, à incineração de resíduos e à limitação das emissões de poluentes atmosféricos provenientes de grandes instalações de combustão, nem o regime legal relativo a emissões de compostos orgânicos voláteis.

4 — O regime aplicável às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto, relativo à prevenção e controlo integrados da poluição, e que sejam objecto de licença ambiental, prevalece sobre as disposições do presente diploma no que se refere às emissões atmosféricas, desde que o procedimento de licença ambiental esteja concluído à data de entrada em vigor do presente diploma.

5 — A aplicação do presente diploma não prejudica o disposto no Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho, relativo à qualidade do ar, pelo que as condições constantes dos planos de acção aí previstos, em particular no que respeita às emissões das instalações localizadas nas áreas afectas, prevalecem sobre os requisitos do presente diploma.

Artigo 4.º

Conceitos e definições

Para efeitos do presente diploma e demais legislação complementar, entende-se por:

- a) «Actividade sazonal» a actividade cujo desenvolvimento está limitado a uma determinada época do ano, não totalizando um período de funcionamento superior a seis meses durante um ano civil;
- b) «Aerossóis» as partículas sólidas ou líquidas em suspensão num meio gasoso, com uma velocidade de queda irrelevante e com uma dimensão que excede a de um colóide (de um nanómetro a um micrómetro);
- c) «Alteração da exploração» uma alteração das características e ou do funcionamento de uma instalação, ou ainda o resultado da sua ampliação, da qual possam resultar efeitos significativos nas pessoas ou no ambiente;
- d) Alteração substancial:
 - i) No caso de instalações abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto, a definição constante da alínea b) do n.º 1 do artigo 2.º;
 - ii) Para as restantes instalações, um aumento em 25 % da capacidade nominal ou uma variação do caudal mássico de qualquer poluente atmosférico superior a 25 %, ou ainda qualquer alteração que, do ponto de vista da comissão de coordenação e desenvolvimento regional (CCDR) competente, quando tecnicamente justificado, seja susceptível de produzir efeitos significativos nas pessoas ou no ambiente;
- e) «Autorização ou licença» a decisão escrita da entidade coordenadora do licenciamento que titula a permissão da exploração ou de funcionamento, total ou parcial, de uma instalação, bem como a sua entrada em funcionamento;
- f) «Biomassa» os produtos que consistem, na totalidade ou em parte, numa matéria vegetal proveniente da agricultura ou da silvicultura, que pode ser utilizada como combustível para efeitos de recuperação do seu teor energético, bem como os resíduos a seguir enumerados quando utilizados como combustível:
 - i) Resíduos vegetais resultantes de actividades nos domínios da agricultura e da silvicultura;
 - ii) Resíduos vegetais da indústria de transformação de produtos alimentares, se o calor gerado for recuperado;
 - iii) Resíduos vegetais fibrosos da indústria de pasta virgem e de produção de papel,

se forem co-incinerados no local de produção e se o calor gerado for recuperado;

- iv) Resíduos da cortiça;
- v) Resíduos de madeira, com excepção dos que possam conter compostos orgânicos halogenados ou metais pesados, resultantes de tratamento com conservantes ou revestimento, incluindo em especial resíduos de madeira provenientes de obras de construção e demolição;
- g) «Caudal mássico» a quantidade emitida de um poluente atmosférico, expressa em unidades de massa por unidade de tempo;
- h) «Capacidade nominal» a capacidade máxima de projecto de uma instalação, nas condições de funcionamento normal, ou a entrada máxima de solventes orgânicos expressa em unidades de massa, calculada em média diária, nas condições de funcionamento normal e com o volume de produção para que foi projectada;
- i) «Chaminé» o órgão de direccionamento ou controlo da exaustão dos efluentes gasosos através do qual se faz a sua descarga para a atmosfera;
- j) «Combustível» qualquer matéria sólida, líquida ou gasosa que alimenta uma instalação de combustão, com excepção dos resíduos abrangidos pela legislação relativa à incineração de resíduos, nomeadamente pelo Decreto-Lei n.º 273/98, de 2 de Setembro;
- l) «Composto orgânico» qualquer composto que contenha pelo menos o elemento carbono e um ou mais dos seguintes elementos: hidrogénio, halogéneos, oxigénio, enxofre, fósforo, silício ou azoto, à excepção dos óxidos de carbono e dos carbonatos e bicarbonatos inorgânicos;
- m) «Composto orgânico volátil (COV)» um composto orgânico com uma pressão de vapor igual ou superior a 0,01 kPa a 293,15 K, ou com volatilidade equivalente nas condições de utilização específicas. A fracção de creosoto que exceda este valor de pressão de vapor a 293,15 K deve ser considerada um COV;
- n) «Condições normais de pressão e temperatura» as condições referidas à temperatura de 273,15 K e à pressão de 101,3 kPa;
- o) «Conduta» o órgão de direccionamento ou controlo de efluentes gasosos de uma fonte de emissão através do qual se faz o seu confinamento e transporte para uma chaminé;
- p) «Conduta de ventilação» o órgão de exaustão associado a um sistema de ventilação;
- q) «Diluição» a introdução de ar secundário na conduta ou chaminé que transporta o efluente gasoso, não justificada do ponto de vista do funcionamento do equipamento ou sistemas a jusante, com o objectivo de promover a diminuição da concentração dos poluentes presentes nesse efluente;
- r) «Efluente gasoso» o fluxo de poluentes atmosféricos sob a forma de gases, partículas ou aerossóis;
- s) «Emissão» a descarga, directa ou indirecta, para a atmosfera dos poluentes atmosféricos presentes no efluente gasoso;

- t) «Emissão difusa» a emissão que não é feita através de uma chaminé, incluindo as fugas e as emissões não confinadas para o ambiente exterior, através de janelas, portas e aberturas afins, bem como de válvulas e empanques;
- u) «Entidade coordenadora do licenciamento» a entidade da administração central, regional ou local a quem compete a coordenação plena do processo de licenciamento, de instalação ou de alteração, nos termos da legislação aplicável das instalações abrangidas pelo presente diploma;
- v) «Fonte difusa» o ponto de origem de emissões difusas;
- x) «Fonte de emissão» o ponto de origem de uma emissão;
- z) «Fontes múltiplas» o conjunto de fontes pontuais idênticas, com as mesmas características técnicas, associadas aos mesmos tipo e fase de processo produtivo e à mesma instalação, cujos efluentes gasosos têm a mesma natureza e a mesma composição qualitativa e quantitativa;
- aa) «Fonte pontual» o ponto de origem de uma emissão efectuada de forma confinada através de uma chaminé;
- bb) «Funcionamento normal» a condição que abrange todos os períodos de funcionamento de uma instalação, à excepção das operações de arranque, de paragem e de manutenção do respectivo equipamento;
- cc) «Gerador de emergência» o motor estacionário de combustão interna, utilizado como fonte secundária de energia eléctrica ou mecânica apenas em situações de falha de energia não controladas pelo operador e funcionando somente em situações de emergência ou de ensaio. Incluem-se nestes equipamentos os geradores associados a sistemas de incêndio;
- dd) «Grande instalação de combustão» toda e qualquer instalação de combustão com potência térmica igual ou superior a 50 MWth (megawatt térmicos), incluída no âmbito de aplicação do Decreto-Lei n.º 178/2003, de 5 de Agosto;
- ee) «Instalação» uma unidade técnica fixa ou amovível na qual são desenvolvidas uma ou mais actividades susceptíveis de produzir emissões para a atmosfera;
- ff) «Instalação de combustão» qualquer equipamento técnico onde um ou mais combustíveis sejam sujeitos a um processo de combustão;
- gg) «Instalação existente» qualquer instalação:
- i) Licenciada ou autorizada nos termos da legislação aplicável até à data de entrada em vigor do presente diploma;
 - ii) Para a qual tenha sido apresentado e esteja em condições de ser instruído pela entidade coordenadora do licenciamento o pedido de autorização, ou licenciamento, até à data de entrada em vigor do presente diploma, desde que esse pedido venha a ter decisão favorável e a instalação entre em funcionamento no prazo máximo de 12 meses após aquela data;
- hh) «Instalação nova» qualquer instalação que não seja enquadrada pela definição de instalação existente;
- ii) «Limiar mássico máximo» o valor do caudal mássico de um dado poluente atmosférico acima do qual se torna obrigatória a monitorização em contínuo desse poluente;
- jj) «Limiar mássico mínimo» o valor do caudal mássico de um dado poluente atmosférico abaixo do qual não é obrigatório o cumprimento do respectivo valor limite de emissão;
- ll) «Operador» qualquer pessoa singular ou colectiva pública ou privada que pretenda explorar, explore ou possua a instalação ou em quem tenha sido delegado um poder económico determinante sobre o funcionamento técnico da instalação, nos termos da legislação aplicável;
- mm) «Operações de arranque ou de paragem» as operações efectuadas com a finalidade de colocar em funcionamento ou retirar de funcionamento uma instalação ou um equipamento;
- nn) «Obstáculo» qualquer estrutura física que possa interferir nas condições de dispersão normal dos poluentes atmosféricos;
- oo) «Obstáculo próximo» qualquer obstáculo situado num raio até 300 m da fonte emissora, incluindo o edifício de implantação da chaminé, e que cumpra as condições definidas na portaria referida no n.º 1 do artigo 30.º;
- pp) «Poder calorífico inferior ou PCI» a quantidade de calor libertada pela combustão completa de uma unidade em volume ou massa de um combustível, quando queimado completamente a uma certa temperatura, permanecendo os produtos de combustão em fase gasosa (sem condensação do vapor de água);
- qq) «Poluentes atmosféricos» as substâncias introduzidas, directa ou indirectamente, pelo homem no ar ambiente, que exercem uma acção nociva sobre a saúde humana e ou o meio ambiente;
- rr) «Potência térmica nominal de uma instalação» a quantidade de energia térmica contida no combustível, expressa em PCI, susceptível de ser consumida por unidade de tempo em condições de funcionamento contínuo e à carga máxima, a qual deve ser expressa em megawatts térmicos ou num dos seus múltiplos;
- ss) «Preparação» a mistura ou solução constituída por duas ou mais substâncias;
- tt) «Queima a céu aberto» qualquer processo de combustão que decorra ao ar livre;
- uu) «Sistema de exaustão» o sistema funcionando a pressões próximas da pressão atmosférica, com carácter regular ou não, constituído por um órgão mecânico (ventilador) e um conjunto de condutas, que promove a captação e o direccionamento de poluentes atmosféricos para uma chaminé e que pode ter por objectivo a minimização de emissões difusas e a sua transformação em emissões pontuais;
- vv) «Sistema de ventilação» o sistema que tem por objectivo promover a renovação de ar interior de uma instalação para maior conforto térmico e para regeneração do ar saturado em vapor de água;

- xx) «Substâncias» os elementos e compostos químicos no estado natural ou produzidos pela indústria, na forma sólida, líquida ou gasosa, com excepção das substâncias radioactivas, na acepção do Decreto-Lei n.º 348/89, de 12 de Outubro, e dos organismos geneticamente modificados, na acepção do Decreto-Lei n.º 126/93, de 20 de Abril;
- zz) «Tectos de emissão nacionais» a quantidade máxima de uma substância, expressa em unidades de massa, que pode ser emitida a nível nacional durante um ano civil;
- aaa) «Valor limite de emissão ou VLE» a massa de um poluente atmosférico, expressa em termos de determinados parâmetros específicos, em concentração, percentagem e ou nível de uma emissão que não deve ser excedida durante um ou mais períodos determinados e calculada em condições normais de pressão e temperatura.

Artigo 5.º

Instrumentos de prevenção e controlo de emissões de poluentes

A protecção do ambiente atmosférico é assegurada através de um conjunto de instrumentos complementares que promovam a prevenção e o controlo das emissões de poluentes atmosféricos, nomeadamente:

- a) Incentivos à instalação das melhores técnicas disponíveis e de equipamentos que previnam e ou reduzam a poluição atmosférica;
- b) Inclusão de condições relativas à protecção do ambiente atmosférico no âmbito do licenciamento, autorização ou aprovação das instalações, nos termos previstos na legislação aplicável e no Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto;
- c) Promoção da educação ambiental visando o esclarecimento, a formação e a participação das populações na identificação e na resolução dos problemas de poluição atmosférica;
- d) Lançamento de programas de investigação e de desenvolvimento no domínio da prevenção e controlo da poluição;
- e) Elaboração e manutenção de um inventário nacional de fontes de emissão de poluentes atmosféricos.

Artigo 6.º

Instrumentos económicos

A protecção do ambiente atmosférico é ainda assegurada através da promoção de incentivos à internalização dos custos ambientais associados à utilização do recurso ar, nomeadamente mediante a utilização de instrumentos baseados na lógica do mercado, incluindo um sistema de transacção de direitos de emissão, impostos, taxas e subsídios ambientais.

Artigo 7.º

Tectos de emissão nacionais

Sem prejuízo do disposto no presente diploma, são estabelecidas em diploma próprio as medidas necessárias ao cumprimento dos tectos de emissão nacionais de SO_2 , NO_x , COV e NH_3 , bem como a elaboração de um programa de redução de emissões, de acordo

com a natureza, objectivos, calendários e outros requisitos impostos no Decreto-Lei n.º 193/2003, de 22 de Agosto, relativo aos tectos de emissão nacionais.

Artigo 8.º

Inventário de fontes e de emissões atmosféricas

1 — Compete ao Instituto do Ambiente (IA) a elaboração do Inventário Nacional de Emissões de Poluentes Atmosféricos (INEPA) e a quantificação das respectivas emissões para cada ano civil.

2 — Compete à CCDR a realização, para cada ano civil, do inventário regional de emissões de poluentes atmosféricos na área territorial da respectiva jurisdição.

3 — Para os efeitos previstos nos números anteriores e sempre que solicitada, é obrigatória a disponibilização ao IA e ou às CCDR de toda a informação relevante e actualizada pelas entidades detentoras da mesma, públicas ou privadas, incluindo operadores e entidades responsáveis pela produção de dados estatísticos.

4 — Compete ao IA definir os objectivos, metodologias, informação a disponibilizar, prazos e procedimentos de validação, assim como a articulação entre os inventários regionais e nacionais.

5 — Até 30 de Junho de cada ano, as CCDR devem remeter, em suporte digital, ao IA os dados relativos aos inventários regionais do ano anterior.

6 — Compete ao IA organizar e manter actualizada uma base de dados de emissões de poluentes atmosféricos relativa ao INEPA e aos inventários regionais.

7 — Dos inventários referidos nos n.ºs 1 e 2 não consta a identificação das fontes de emissão envolvidas.

Artigo 9.º

Medidas gerais de prevenção

1 — O operador deve assegurar que a instalação é projectada e construída de modo a reduzir as emissões de poluentes atmosféricos e evitar a transferência de poluição de um meio receptor para outro, mediante a adopção das melhores técnicas disponíveis que possibilitem a sua aplicação em condições económica e tecnicamente viáveis, tendo em conta os respectivos custos e benefícios.

2 — O operador deve adoptar todas as medidas necessárias para assegurar que no decurso do funcionamento da instalação, incluindo as condições de funcionamento normal, e as condições de arranque, de paragem ou de manutenção, e na desactivação definitiva da instalação são respeitados os princípios e os objectivos estabelecidos no presente diploma.

Artigo 10.º

Medidas especiais para minimização das emissões difusas

Sem prejuízo de outras disposições aplicáveis em matéria de construção e de exploração das instalações, nem das normas sobre higiene e segurança no trabalho, o operador deve adoptar as seguintes medidas para minimizar as emissões difusas:

- a) Captação e canalização para um sistema de exaustão das emissões difusas de poluentes atmosféricos, sempre que técnica e economicamente viável;

- b) Confinar, por regra, a armazenagem de produtos de características pulverulentas ou voláteis;
- c) Equipar com dispositivos de captação e exaustão, os equipamentos de manipulação, transferência, transporte e armazenagem, desde que técnica e economicamente viável;
- d) Garantir, sempre que seja técnica e economicamente viável, meios de pulverização com água ou aditivos, caso se verifique a necessidade imperiosa de armazenamento ao ar livre;
- e) Armazenar, na medida do possível, em espaços fechados os produtos a granel que possam conduzir a emissões de poluentes para a atmosfera;
- f) Assegurar que o pavimento da área envolvente da instalação, incluindo vias de circulação e locais de estacionamento, possui revestimento adequado a evitar a contaminação de solos e aquíferos e é mantido em condições de higiene e limpeza.

Artigo 11.º

Sistemas de tratamento de efluentes gasosos

1 — Os equipamentos de despoejamento e de tratamento de efluentes gasosos de uma instalação devem ser dimensionados de modo a poderem suportar variações de caudal, temperatura e composição química dos efluentes gasosos a tratar, em particular durante as operações de arranque e de paragem da instalação, sempre que tecnicamente viável.

2 — Os equipamentos referidos no número anterior devem ter uma exploração e manutenção adequadas, de modo a reduzirem ao mínimo os períodos de indisponibilidade e a permitirem um nível de eficiência elevado.

3 — Em situações de funcionamento deficiente ou de avaria do equipamento, em que se verifique não ser possível repor a situação de funcionamento normal no prazo de vinte e quatro horas, o operador tem o dever de notificar a CCDR competente no prazo máximo de quarenta e oito horas contadas da verificação da deficiência ou da avaria.

4 — Nas situações previstas no número anterior, a CCDR adopta as providências que entenda necessárias, designadamente a imposição de medidas adicionais para que o funcionamento da instalação regresse à normalidade, ou, caso se justifique, a suspensão da actividade, nos termos do artigo 26.º

5 — As situações de funcionamento deficiente ou de avaria do equipamento não podem, em circunstância alguma, exceder um total de cento e setenta horas em cada ano civil.

Artigo 12.º

Instalações que utilizam solventes orgânicos

1 — As instalações que utilizem substâncias e preparações às quais sejam atribuídas ou devam ser acompanhadas das frases de risco R 45, R 46, R 49, R 60 e R 61, devido ao teor de COV classificados como cancerígenos, mutagénicos ou tóxicos para a reprodução, nos termos do Decreto-Lei n.º 82/95, de 22 de Abril, e da Portaria n.º 732-A/96, de 11 de Dezembro, devem proceder à sua substituição, na medida do possível, por substâncias ou preparações menos perigosas.

2 — Às instalações referidas no número anterior não se aplica o disposto nos n.ºs 4 e 6 do artigo 19.º do presente diploma.

Artigo 13.º

Proibição da queima a céu aberto

1 — É expressamente proibida a queima a céu aberto de quaisquer resíduos, na acepção do Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro, bem como de todo o tipo de material designado correntemente por sucata.

2 — Exceptua-se da proibição do número anterior apenas a queima de material lenhoso e de outro material vegetal no âmbito de actividades agro-florestais, desde que devidamente autorizadas nos termos dos artigos 39.º e 40.º do Decreto-Lei n.º 310/2002, de 18 de Dezembro.

Artigo 14.º

Autorização ou licença da instalação e suas renovações

1 — A autorização de funcionamento ou a concessão da licença de exploração de novas instalações bem como as respectivas renovações só são emitidas se o operador demonstrar que a instalação respeita as disposições do presente diploma e, em especial, que:

- a) Tomou as medidas adequadas à redução da poluição atmosférica na origem, tendo em conta a tecnologia disponível com desempenho ambiental adequado aplicável ao processo em causa, prevalecendo este objectivo sobre as tecnologias de fim de linha;
- b) De um ponto de vista técnico, a instalação está apta a garantir o cumprimento dos valores limite de emissão (VLE) que lhe são aplicados;
- c) A instalação cumpre, entre outras, as normas do presente diploma relativas ao sistema de descarga e de tratamento de poluentes atmosféricos, à minimização dos efeitos das emissões difusas, aos aspectos construtivos da chaminé e à monitorização das emissões atmosféricas.

2 — As licenças emitidas em desconformidade do disposto no número anterior são nulas.

Artigo 15.º

Alteração da instalação

Sempre que uma instalação existente é objecto de uma alteração substancial na acepção da alínea d) do artigo 4.º, é considerada como uma nova instalação para efeitos da aplicação do presente diploma.

CAPÍTULO II

Valores limite de emissão

SECÇÃO I

Normas gerais

Artigo 16.º

Objectivos e princípios

1 — A imposição de VLE visa assegurar a protecção da saúde humana e do ambiente e constitui um ins-

trumento essencial da política de prevenção e controlo do ambiente atmosférico.

2 — Os VLE aplicam-se a grupos, famílias ou categorias de substâncias emitidas por qualquer fonte de emissão.

3 — A determinação de VLE tem por base:

- a) A existência de tecnologia disponível com desempenho ambiental adequado aplicável ao processo em causa;
- b) A necessidade de protecção do ambiente, da saúde e do bem-estar das populações;
- c) O programa para os tectos de emissão nacionais.

Artigo 17.º

Aplicação de VLE

1 — Os VLE aplicáveis às fontes de emissão abrangidas pelo presente diploma são fixados por portarias conjuntas dos Ministros da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

2 — A aplicação e o cumprimento dos VLE fixados nas portarias referidas no número anterior são obrigatórios para todas as fontes de emissão, sem prejuízo do disposto no artigo 27.º

3 — O cumprimento dos VLE presume-se assegurado desde que observadas as disposições constantes dos artigos 18.º a 27.º do presente diploma.

4 — As disposições legais relativas às grandes instalações de combustão, às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 242/2001, de 31 de Agosto, e às instalações de incineração de resíduos prevalecem sobre as constantes do presente diploma, sem prejuízo da sua aplicação subsidiária.

SECÇÃO II

Monitorização das emissões

Artigo 18.º

Medições

1 — O autocontrolo das emissões sujeitas a VLE é obrigatório e da responsabilidade do operador.

2 — O autocontrolo das emissões é efectuado nos termos fixados na respectiva autorização ou licença da instalação, mas sempre no respeito pelas disposições constantes do presente diploma ou de acordo com o estipulado nos artigos 19.º a 22.º do presente diploma.

3 — As instalações de combustão abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 178/2003, de 5 de Agosto, com potência térmica superior a 50 MW e inferior a 100 MW, estão obrigadas ao autocontrolo das suas emissões, a efectuar de acordo com o disposto no presente diploma.

Artigo 19.º

Monitorização pontual

1 — Estão sujeitas a monitorização pontual, a realizar duas vezes em cada ano civil, com um intervalo mínimo de dois meses entre medições, as emissões de poluentes que possam estar presentes no efluente gasoso, para os quais esteja fixado um VLE nos termos do n.º 1 do artigo 17.º, e cujo caudal mássico de emissão se situe

entre o limiar mássico máximo e o limiar mássico mínimo fixados nas portarias a que se refere o mesmo artigo.

2 — A CCDR competente pode exigir uma periodicidade de monitorização adequada à situação, sempre que, de uma forma fundamentada, se verifique que a monitorização pontual, efectuada nos termos referidos no número anterior, não é suficiente para assegurar o correcto acompanhamento das emissões para a atmosfera.

3 — No caso de fontes pontuais, abrangidas pelo n.º 1, associadas a instalações onde sejam desenvolvidas actividades sazonais, a monitorização pode ser efectuada apenas uma vez por ano, durante o período em que se encontrem a laborar.

4 — Quando da monitorização realizada de acordo com o n.º 1, num período mínimo de 12 meses e cujos resultados sejam apresentados conforme o estipulado no anexo II, resultar que o caudal mássico de emissão de um poluente é consistentemente inferior ao seu limiar mássico mínimo fixado nos diplomas a que se refere o n.º 1 do artigo 17.º, a monitorização pontual das emissões desse poluente pode ser efectuada apenas uma vez, de três em três anos, desde que a instalação mantenha inalteradas as suas condições de funcionamento.

5 — A CCDR competente pode inibir o exercício da faculdade prevista no número anterior em qualquer momento e em situações devidamente justificadas.

6 — No caso de fontes múltiplas em que todos os poluentes estejam sujeitos a monitorização nos termos do n.º 1, o autocontrolo pode ser efectuado, com carácter rotativo, num número representativo de fontes pontuais, estimando-se as emissões das restantes fontes com base num factor de emissão médio, calculado a partir das fontes caracterizadas.

7 — Para efeitos do disposto no número anterior, o operador deve apresentar à entidade coordenadora do licenciamento um plano de monitorização que inclua os elementos referidos no anexo I ao presente diploma, que dele faz parte integrante, sendo tal plano remetido à CCDR competente.

8 — A CCDR competente deve proferir decisão sobre a aprovação do plano de monitorização referido no número anterior no prazo de 90 dias seguidos a contar da data da sua recepção.

9 — O exercício da faculdade prevista no n.º 6 prejudica a aplicação do disposto no n.º 4.

Artigo 20.º

Monitorização em contínuo

1 — Estão sujeitas a monitorização em contínuo as emissões de poluentes cujo caudal mássico de emissão ultrapasse o limiar mássico máximo fixado nas portarias a que se refere o n.º 1 do artigo 17.º

2 — Para obtenção de um valor médio diário válido não podem ser excluídos mais de seis valores médios horários num mesmo dia devido a mau funcionamento ou à reparação/manutenção do sistema de medição em contínuo.

3 — Caso se verifique a anulação de mais de 36 valores médios diários num ano, devida a mau funcionamento ou à reparação/manutenção do sistema de medição em contínuo, o IA pode exigir que o operador tome as medidas adequadas para melhorar a fiabilidade do sistema em causa.

4 — As situações abrangidas pelo n.º 1 em que se comprove não ser tecnicamente possível proceder à monitorização em contínuo das emissões de poluentes atmosféricos são analisadas caso a caso.

5 — Para efeitos do número anterior, o operador apresenta um plano de monitorização alternativo à entidade coordenadora do licenciamento, que o remete ao IA, para decisão sobre a aprovação do plano, no prazo de 90 dias seguidos a contar da data da sua recepção.

Artigo 21.º

Dispensa de monitorização

1 — A monitorização é dispensada nas fontes pontuais associadas a instalações que funcionem menos de 25 dias por ano ou por um período anual inferior a quinhentas horas.

2 — A dispensa de monitorização prevista no número anterior só produz efeitos após a comunicação à CCDR competente, efectuada pelo operador, de que as fontes pontuais se encontram nas condições aí fixadas.

3 — O disposto no número anterior obriga o operador à realização de pelo menos uma medição pontual, nos termos do n.º 1 do artigo 19.º do presente diploma, que demonstre o cumprimento dos VLE aplicáveis nos termos do n.º 1 do artigo 17.º e do n.º 3 do artigo 24.º

4 — O operador está obrigado a possuir o registo actualizado do número de horas de funcionamento e consumo de combustível anuais para todas as instalações abrangidas pelo presente artigo.

Artigo 22.º

Métodos

Os métodos de medição, recolha e análise das emissões de poluentes atmosféricos emitidos por fontes pontuais são os fixados nas portarias referidas no n.º 1 do artigo 17.º, sem prejuízo da aplicação de outras normas europeias (CEN) ou nacionais.

Artigo 23.º

Comunicação de resultados

1 — Os resultados da monitorização pontual são remetidos à CCDR competente, à excepção das situações em que se proceda também à monitorização em contínuo de, pelo menos, um poluente, nas quais os resultados da monitorização pontual são remetidos ao IA.

2 — A comunicação dos resultados referida no número anterior é efectuada no prazo de 60 dias seguidos contados da data da realização da monitorização pontual e contém a informação constante do anexo II do presente diploma, de que faz parte integrante.

3 — Os resultados do autocontrolo referentes à monitorização em contínuo são remetidos ao IA, de acordo com os requisitos constantes da nota técnica aprovada pelo despacho n.º 79/95, publicado no *Diário da República*, 2.ª série, n.º 10, de 12 de Janeiro de 1996, ou de outras que a substituam.

4 — No caso de fontes pontuais sujeitas a monitorização pontual ou em contínuo, é efectuada, pelo menos uma vez de três em três anos, uma medição recorrendo a um laboratório externo acreditado.

SECÇÃO III

Cumprimento de VLE

Artigo 24.º

Condições de cumprimento de VLE

1 — No caso da monitorização em contínuo, os VLE consideram-se respeitados se a avaliação dos resultados demonstrar que, para as horas de funcionamento da fonte pontual, durante um ano civil, se verificam cumulativamente as seguintes características:

- a) Nenhum valor médio de um mês de calendário excede o VLE;
- b) Nenhum valor médio diário excede em mais de 30% o VLE;
- c) Nenhum valor médio horário excede em mais de 100% o VLE, quando se trate de novas instalações.

2 — No caso da monitorização pontual, à excepção das situações referidas no n.º 3, os VLE consideram-se respeitados se nenhum dos resultados das medições efectuadas ultrapassar o VLE respectivo.

3 — Para as instalações de combustão abrangidas pelo n.º 1 do artigo 21.º, os VLE consideram-se respeitados se não forem excedidos em mais de 50%.

4 — Para os efeitos do disposto nos n.ºs 2 e 3, a amostragem deve ser representativa das condições de funcionamento normal da instalação.

5 — Se dois ou mais equipamentos independentes forem instalados ou alterados de modo que os respectivos efluentes gasosos sejam emitidos por uma única chaminé comum, tendo em conta factores técnicos e económicos, o complexo formado deve ser considerado uma única fonte de emissão.

6 — Para efeitos do disposto no número anterior, são fixados VLE específicos através das portarias referidas no n.º 1 do artigo 17.º

Artigo 25.º

Tolerâncias

1 — Excepcionalmente, os VLE podem ser ultrapassados nos períodos de avaria ou de mau funcionamento das instalações ou dos sistemas de tratamento dos efluentes gasosos e nos períodos de arranque e paragem.

2 — Os períodos máximos admitidos, de acordo com o descrito no número anterior e à excepção dos períodos de arranque e paragem, não podem exceder dezoito horas seguidas e a sua duração total em cada ano civil não pode ultrapassar cento e setenta horas, por fonte pontual, sem prejuízo de condições específicas previstas nas portarias referidas no n.º 1 do artigo 17.º

3 — Para efeitos da verificação do disposto no número anterior, é aplicável às instalações novas, bem como às existentes, a condição prevista na alínea c) do n.º 1 do artigo 24.º

4 — São obrigatoriamente comunicadas à CCDR competente, num prazo de quarenta e oito horas, as situações abrangidas pelo disposto no n.º 1, com excepção dos períodos de arranque e paragem programados.

5 — As CCDR remetem mensalmente ao IA todas as notificações recebidas referentes às fontes de emissão abrangidas pelo disposto no n.º 1 do artigo 20.º

Artigo 26.º

Situções de incumprimento de VLE

1 — Sempre que o operador verifique que uma situação de incumprimento de um VLE subsiste por um período superior a dezasseis horas seguidas, tem o dever de o comunicar à CCDR competente no prazo máximo de quarenta e oito horas e de adoptar de imediato as medidas correctivas adequadas, incluindo um programa de vigilância apropriado.

2 — Caso as situações de incumprimento, como a referida no número anterior, ponham em risco o cumprimento dos valores limite da qualidade do ar ou o cumprimento dos limiares de alerta da qualidade do ar, a CCDR competente notifica o operador para que este, no prazo que lhe for fixado:

- a) Reduza a capacidade de laboração; ou
- b) Utilize um combustível menos poluente; ou
- c) Adopte qualquer outra medida que promova a rápida redução das emissões do poluente atmosférico em causa.

3 — Se das situações referidas nos números anteriores resultar comprovadamente perigo para a saúde pública ou para o ambiente atmosférico, a CCDR competente notifica o operador, nos termos do artigo 39.º para suspender a laboração no prazo que lhe for determinado.

4 — O disposto no número anterior não se aplica se estiver em causa uma instalação cujo funcionamento seja considerado imprescindível ao interesse público, reconhecido por despacho conjunto dos Ministros da Tutela e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

5 — A CCDR deve manter o IA e a entidade coordenadora do licenciamento informados aquando da ocorrência e desenvolvimentos de situações como as previstas nos números anteriores.

Artigo 27.º

Situação de não sujeição ao cumprimento de VLE

1 — A exigência de cumprimento de um VLE fixado para um determinado poluente não se aplica a uma fonte de emissão em que se constate que as emissões desse poluente, com a instalação a funcionar à sua capacidade nominal, registem um caudal mássico inferior ao limiar mássico mínimo fixado nas portarias a que se refere o n.º 1 do artigo 17.º, para esse mesmo poluente.

2 — Considera-se que uma instalação se encontra na situação prevista no número anterior se estiver abrangida pelo regime da monitorização pontual constante do n.º 4 do artigo 19.º do presente diploma.

SECÇÃO IV

Equipamento

Artigo 28.º

Metrologia

1 — Os instrumentos utilizados na monitorização, pontual ou em contínuo, são periodicamente submetidos ao controlo metrológico, no caso de existir regulamentação específica, e, na falta desta, a calibrações efectuadas por laboratórios acreditados, preferencialmente no âmbito do Sistema Português da Qualidade.

2 — Os instrumentos referidos no número anterior devem ser acompanhados de uma ficha técnica actualizada da realização das operações de verificação/calibração com a indicação dos procedimentos utilizados para assegurar a rastreabilidade e exactidão dos resultados das medições.

3 — A ficha referida no número anterior pode constar em suporte de papel, informático ou outro adequado, e é sempre disponibilizada às entidades fiscalizadoras.

CAPÍTULO III

Descarga de poluentes atmosféricos

Artigo 29.º

Normas de descarga para a atmosfera

1 — A descarga de poluentes para a atmosfera é efectuada através de uma chaminé de altura adequada para permitir uma boa dispersão dos poluentes e salvaguardar o ambiente e a saúde humana.

2 — É expressamente proibida a diluição dos efluentes gasosos.

3 — Salvo nas situações previstas nos n.ºs 2, 4, 5 e 6 do artigo 31.º e sempre que tecnicamente viável, a velocidade de saída dos gases, em regime de funcionamento normal da instalação, deve ser, pelo menos, 6 m.s^{-1} , se o caudal ultrapassar $5000 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, ou 4 m.s^{-1} , se o caudal for inferior ou igual a $5000 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$.

Artigo 30.º

Cálculo da altura de chaminés

1 — A altura de uma chaminé, expressa em metros, é a distância entre o seu topo e o solo, medida na vertical, e é determinada em função do nível de emissões dos poluentes atmosféricos, dos obstáculos próximos, dos parâmetros climatológicos e das condições de descarga dos efluentes gasosos, de acordo com a metodologia de cálculo fixada por portaria conjunta dos Ministros da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

2 — As chaminés não podem ter uma altura inferior a 10 m, salvo nas situações previstas nos n.ºs 2 a 6 do artigo 31.º

3 — Nos casos em que seja comprovadamente inviável, do ponto de vista técnico e ou económico, a aplicação do disposto no n.º 1 do presente artigo e nos n.ºs 2 a 6 do artigo 31.º, a entidade coordenadora do licenciamento pode, mediante requerimento do operador e de acordo com o parecer prévio da CCDR competente, aprovar uma altura diferente para a chaminé, tomando sempre em consideração a adequação do valor determinado às condições processuais, aos parâmetros climatológicos e aos obstáculos à dispersão do penacho.

4 — No caso de fontes pontuais dotadas com sistemas de tratamento do efluente gasoso em que seja comprovadamente inviável, do ponto de vista técnico e económico, a aplicação do disposto no n.º 1 do presente artigo, a entidade coordenadora do licenciamento pode, mediante requerimento do operador e de acordo com o parecer prévio da CCDR competente, autorizar a isenção de obrigatoriedade de construção de uma chaminé.

5 — O parecer referido no número anterior é emitido num prazo de 90 dias seguidos, a contar da data da

sua recepção, e deve conter as condições alternativas de controlo das emissões.

6 — Sempre que se verificar que as emissões de uma instalação conduzem a uma violação dos valores limite da qualidade do ar, o operador fica obrigado a adoptar as medidas adicionais de redução das emissões que lhe forem fixadas.

Artigo 31.º

Situações especiais

1 — A portaria referida no n.º 1 do artigo 30.º identifica os casos especiais em que o cálculo da altura adequada das chaminés é condicionado à apresentação, pelo operador, de um estudo das condições locais de dispersão e difusão atmosféricas, mediante o emprego de modelos matemáticos de dispersão, ou de ensaios analógicos em modelo reduzido, tendo em atenção os parâmetros climatológicos e as características topográficas particulares da região.

2 — A altura de uma chaminé cujos caudais mássicos de todos os seus poluentes atmosféricos sejam inferiores aos respectivos limiares mássicos mínimos pode ser inferior a 10 m, desde que a sua cota máxima seja superior, em 3 m, à cota máxima do obstáculo próximo mais desfavorável.

3 — As chaminés das centrais betuminosas móveis localizadas a mais de 100 m de habitações podem apresentar uma altura de 8 m, desde que seja respeitado o VLE sectorial para partículas definido nas portarias referidas no n.º 1 do artigo 17.º

4 — As *hottes* laboratoriais não estão sujeitas a VLE, devendo, todavia, a cota máxima das respectivas chaminés ser sempre superior, em pelo menos 1 m, à cota máxima do próprio edifício.

5 — As estufas de secagem de madeira e de folha de madeira existentes na indústria da fileira da madeira não estão sujeitas a VLE, devendo, todavia, a cota máxima das respectivas chaminés ser sempre superior, em pelo menos 1 m, à cota máxima do obstáculo próximo mais desfavorável.

Artigo 32.º

Normas relativas à construção de chaminés

1 — A chaminé deve apresentar secção circular, o seu contorno não deve ter pontos angulosos e a variação da secção, particularmente nas proximidades da saída dos efluentes gasosos para a atmosfera, deve ser contínua e lenta, devendo ainda a convergência ser cuidadosamente realizada.

2 — Não é permitida a colocação de «chapéus» ou de outros dispositivos similares que condicionem a boa dispersão dos poluentes atmosféricos no topo de qualquer chaminé associada a processos de combustão.

3 — Podem ser colocados dispositivos no topo de uma chaminé associada a processos não abrangidos pelo número anterior, desde que estes não diminuam a dispersão vertical ascendente dos gases.

4 — A chaminé deve ser dotada de tomas de amostragem para captação de emissões e, sempre que necessário, devem ser construídas plataformas fixas, de forma a tornar possível a realização, em segurança, das amostragens e de outras intervenções.

5 — Nos casos em que não se justifique a construção de plataformas fixas, o operador deve adoptar todas as medidas de construção de apoios no local de modo a facilitar a intervenção por parte de entidades externas, nomeadamente de fiscalização.

6 — As secções da chaminé onde se proceda às amostragens e as respectivas plataformas devem satisfazer os requisitos estabelecidos na norma portuguesa em vigor.

7 — Nos casos em que não seja aplicável o n.º 6, e desde que tecnicamente justificado, podem ser estabelecidas secções de amostragem alternativas à mencionada no número anterior, de acordo com o disposto no artigo 22.º

CAPÍTULO IV

Fiscalização e sanções

Artigo 33.º

Fiscalização

A fiscalização do cumprimento das disposições do presente diploma incumbe à Inspeção-Geral do Ambiente (IGA) e às CCDR, sem prejuízo das competências próprias de outras entidades, nomeadamente as entidades coordenadoras do licenciamento.

Artigo 34.º

Contra-ordenações e coimas

1 — Constitui contra-ordenação punível com coima de € 250 a € 1850, no caso de pessoas singulares, e de € 2500 a € 22 400, no caso de pessoas colectivas:

- a) A violação da obrigação de assegurar que a instalação é projectada e construída de modo a reduzir emissões de poluentes atmosféricos, nos termos do disposto no n.º 1 do artigo 9.º;
- b) A violação da obrigação de captação e canalização das emissões difusas, para um sistema de exaustão, nos termos da alínea a) do artigo 10.º;
- c) A violação de obrigação de proceder à armazenagem confinada de produtos com características pulverulentas ou voláteis, nos termos da alínea b) do artigo 10.º;
- d) A violação da obrigação de munir os equipamentos de manipulação, transfeza e transporte com dispositivos de captação e exaustão, nos termos da alínea c) do artigo 10.º;
- e) A violação da obrigação de pulverização com água ou aditivos dos produtos armazenados ao ar livre, nos termos da alínea d) do artigo 10.º;
- f) A violação da obrigação de armazenamento de produtos a granel em espaços fechados, nos termos da alínea e) do artigo 10.º;
- g) A violação da obrigação de pavimentação da instalação com revestimento adequado ou violação da obrigação de manter as instalações em condições de higiene e limpeza, nos termos da alínea f) do artigo 10.º;
- h) A violação da obrigação de dimensionamento adequado dos equipamentos de despoeiramento e de tratamento de efluentes gasosos, nos termos do n.º 1 do artigo 11.º;
- i) A violação da obrigação de exploração e manutenção adequada dos equipamentos referidos na alínea anterior, nos termos do n.º 2 do artigo 11.º;
- j) Não cumprimento da obrigação de notificação prevista nos termos do n.º 3 do artigo 11.º;

- l) Violação da obrigação de utilização de substâncias ou preparações menos nocivas, nos termos do n.º 1 do artigo 12.º;
- m) Não apresentação de um plano alternativo de monitorização ao IA, nas situações previstas no n.º 5 do artigo 20.º;
- n) A violação da obrigação de detenção de um comprovativo do cumprimento dos VLE aplicáveis, nos termos do n.º 3 do artigo 21.º, nos casos de dispensa de monitorização de fontes pontuais, ao abrigo dos n.ºs 1 e 2 do artigo 21.º;
- o) A violação da obrigação de detenção de um registo actualizado do número de horas de funcionamento e de consumo de combustível anuais, nos termos do n.º 4 do artigo 21.º, nos casos de dispensa de monitorização, ao abrigo dos n.ºs 1 e 2 do mesmo artigo;
- p) A violação da obrigação de utilização dos métodos definidos nos termos do artigo 22.º;
- q) Não cumprimento da obrigação de monitorização das emissões com recurso a um laboratório externo, nos termos do n.º 4 do artigo 23.º;
- r) Não cumprimento de obrigação de comunicação à CCDR, prevista no n.º 4 do artigo 25.º;
- s) Não cumprimento das obrigações de controlo metrológico dos equipamentos de monitorização, previstas nos n.ºs 1 e 2 do artigo 28.º;
- t) Violação do cumprimento da velocidade de saída dos gases, nos termos do n.º 3 do artigo 29.º;
- u) Violação das medidas adicionais impostas nos termos do n.º 6 do artigo 30.º

2 — Constitui contra-ordenação grave, punível com coima de € 500 a € 3700, no caso de pessoas singulares, e de € 5000 a € 44 800, no caso de pessoas colectivas:

- a) Não cumprimento dos limites máximos de horas previstos no n.º 5 do artigo 11.º;
- b) A violação da proibição de queima a céu aberto prevista no n.º 1 do artigo 13.º;
- c) A violação da obrigação de cumprimento dos VLE, estabelecida no n.º 2 do artigo 17.º;
- d) A violação da obrigação da realização do autocontrolo, nos termos do artigo 18.º;
- e) A violação da obrigação de realização da monitorização pontual, nos termos do n.º 1 do artigo 19.º;
- f) Não cumprimento da obrigação de monitorização em contínuo, nos termos exigidos nos n.ºs 1, 2 e 3 do artigo 20.º;
- g) Incumprimento de obrigação de envio à CCDR ou ao IA dos resultados de monitorização, nos termos dos n.ºs 1, 2 e 3 do artigo 23.º;
- h) Não cumprimento de qualquer das medidas previstas nos n.ºs 1 e 2 do artigo 26.º, nas situações de incumprimento de VLE;
- i) Violação da obrigação de descarga de poluentes para a atmosfera através de uma chaminé, nos termos do n.º 1 do artigo 29.º;
- j) Violação da proibição de diluição dos efluentes gasosos, nos termos do n.º 2 do artigo 29.º;
- l) Não cumprimento da metodologia de cálculo de altura das chaminés fixada na portaria prevista no n.º 1 do artigo 30.º;
- m) Violação da altura mínima das chaminés, nos termos previstos no n.º 2 do artigo 30.º;

- n) Não cumprimento das condições de controlo das emissões impostas no n.º 5 do artigo 30.º;
- o) Não cumprimento das normas relativas à construção de chaminés, previstas no artigo 32.º

Artigo 35.º

Sanções acessórias

1 — Às contra-ordenações previstas no artigo anterior podem, em simultâneo com coima e nos termos da lei geral, ser aplicadas as seguintes sanções acessórias:

- a) Perda a favor do Estado dos objectos pertencentes ao agente e utilizados na prática da infracção;
- b) Interdição do exercício da actividade;
- c) Privação do direito a subsídios ou benefício outorgado por entidades ou serviços públicos;
- d) Privação do direito de participar em concursos públicos que tenham por objecto a empreitada ou a concessão de obras públicas, o fornecimento de bens e serviços, a concessão de serviços públicos e a atribuição de licenças e alvarás.

2 — A aplicação de sanções acessórias ao abrigo do presente artigo deve ser comunicada à entidade coordenadora do licenciamento da actividade em causa e publicitada.

Artigo 36.º

Instrução e decisão dos processos

1 — A instauração e a instrução dos processos relativos às contra-ordenações referidas no artigo 34.º é da competência da IGA e das CCDR, nas áreas sob a sua jurisdição.

2 — Compete ao dirigente máximo da entidade que tenha instruído o processo de contra-ordenação decidir a aplicação de coimas e de sanções acessórias.

Artigo 37.º

Produto das coimas

O produto das coimas previstas no artigo 34.º é afectado, independentemente da fase processual em que estas forem liquidadas, da seguinte forma:

- a) 10% para a entidade que tenha levantado o auto;
- b) 30% para a entidade que instrui o processo e aplica a coima;
- c) 60% para o Estado.

Artigo 38.º

Responsabilidade por danos ao ambiente

1 — Aquele que, com dolo ou mera culpa, infringir as disposições do presente diploma, provocando danos no ambiente, em geral, e afectando a qualidade do ambiente atmosférico, em particular, fica constituído na obrigação de indemnizar o Estado pelos danos a que der causa.

2 — O referido no número anterior não prejudica o exercício pelos particulares da pretensão indemnizatória fundada no n.º 4 do artigo 40.º da Lei n.º 11/87, de 7 de Abril, e demais legislação aplicável.

3 — Quando não seja possível quantificar com precisão o dano causado, o tribunal fixará, com recurso a critérios de equidade, o montante da indemnização, tomando em consideração, nomeadamente, a lesão da componente ambiental, o custo previsível da reposição da situação anterior à prática do acto danoso e o proveito económico eventualmente angariado mediante a prática da infracção.

4 — Em caso de concurso de infractores, a responsabilidade pelo dano é solidária.

5 — O pedido de indemnização fundado na violação das disposições do presente diploma será sempre deduzido perante os tribunais comuns.

Artigo 39.º

Medidas cautelares

1 — O inspector-geral do Ambiente ou o dirigente máximo da CCDR podem, por despacho, sempre que seja detectada uma situação de perigo grave para o ambiente atmosférico ou para a qualidade do ar, adoptar as medidas cautelares que em cada caso se justifiquem para prevenir ou eliminar a situação de perigo, nomeadamente a suspensão da laboração da instalação, o encerramento no todo ou em parte da instalação ou a apreensão do todo ou parte do equipamento, mediante selagem.

2 — A cessação das medidas cautelares previstas no número anterior é determinada, a requerimento do operador, por despacho do inspector-geral do Ambiente ou do dirigente máximo da CCDR, após verificação de que a situação de perigo grave para o ambiente atmosférico ou para a qualidade do ar cessou.

3 — A adopção de medidas cautelares ao abrigo do presente artigo, bem como a sua cessação, é comunicada de imediato ao IA e à entidade coordenadora do licenciamento da instalação em causa.

CAPÍTULO V

Disposições finais e transitórias

Artigo 40.º

Revisão de VLE e de limiares mássicos

Os VLE e os limiares mássicos serão revistos por meio de portarias dos Ministros da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, tendo em conta a evolução da melhor tecnologia disponível e a situação do ambiente atmosférico no território nacional.

Artigo 41.º

Aplicação às Regiões Autónomas

1 — O regime previsto no presente diploma aplica-se às Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, sem prejuízo das adaptações decorrentes da estrutura própria da administração regional autónoma, a introduzir em diploma regional adequado.

2 — Os serviços e organismos das respectivas administrações regionais devem remeter ao IA as informações necessárias no âmbito do INEPA, bem como todas as demais que lhes forem solicitadas por aquele Instituto, para efeitos do cumprimento de compromissos assumidos ao nível da União Europeia.

Artigo 42.º

Norma revogatória

1 — Com a entrada em vigor do presente diploma é revogado o Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro.

2 — Com a entrada em vigor das portarias previstas no n.º 1 do artigo 17.º do presente diploma é revogado o disposto nos n.ºs 5.º e 6.º da Portaria n.º 286/93, de 12 de Março, bem como as Portarias n.ºs 1058/94, de 2 de Dezembro, e 1387/2003, de 22 de Dezembro.

3 — As referências ao artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, contidas nas portarias mencionadas no número anterior consideram-se feitas ao artigo 17.º do presente diploma a partir da data de entrada em vigor deste.

Artigo 43.º

Disposições transitórias aplicáveis às instalações existentes

1 — Para se adaptarem ao regime estabelecido no presente diploma as instalações existentes que estavam abrangidas pelo âmbito do Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, dispõem de dois anos, contados a partir da data da entrada em vigor do presente decreto-lei, ou, se posterior, da data em que finalizam o seu processo de licenciamento, com excepção da disposição constante do n.º 1 do artigo 11.º, de cuja aplicação ficam isentas.

2 — As instalações existentes que não estavam abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, dispõem de dois anos, contados da data de entrada em vigor do presente diploma, ou, se posterior, da data em que finalizam o seu processo de licenciamento, para se adaptarem ao presente regime.

3 — Até à entrada em vigor da portaria prevista no n.º 1 do artigo 30.º, continuarão sujeitas ao que se dispõe no n.º 1 do artigo 31.º as instalações industriais de potência térmica superior a 50 MW ou que se localizem em áreas classificadas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 613/76, de 27 de Julho.

Artigo 44.º

Entrada em vigor

O presente diploma entra em vigor no prazo de 90 dias a contar da data da sua publicação.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 22 de Janeiro de 2004. — *José Manuel Durão Barroso* — *Maria Manuela Dias Ferreira Leite* — *Maria Teresa Pinto Basto Gouveia* — *Maria Celeste Ferreira Lopes Cardona* — *Carlos Manuel Tavares da Silva* — *Armando José Cordeiro Sevinato Pinto* — *Amílcar Augusto Contel Martins Theias*.

Promulgado em 22 de Março de 2004.

Publique-se.

O Presidente da República, JORGE SAMPAIO.

Referendado em 24 de Março de 2004.

O Primeiro-Ministro, *José Manuel Durão Barroso*.

ANEXO I

Elementos constituintes do plano de monitorização para o autocontrolo no caso de fontes múltiplas**A — Dados relativos ao estabelecimento:**

- a) Denominação e localização;
- b) Descrição da(s) actividade(s) e, se possível, o fluxograma do processo;
- c) Capacidade instalada e data de licenciamento.

B — Dados relativos às fontes pontuais:

Listagem e descrição das fontes pontuais, incluindo denominação interna (código) de cada uma delas, planta com a respectiva localização e identificação, actividade/processo associado a cada fonte, regime de funcionamento respectivo (contínuo ou descontínuo, cíclico), características das respectivas chaminés (altura, diâmetro interno, cota de implantação) e indicação da(s) fonte(s) para a qual se efectua o pedido.

C — Dados relativos às emissões de poluentes atmosféricos:

- a) Relatórios, nos termos do anexo II, de monitorização pontual efectuada nas chaminés que constituem as fontes múltiplas em causa, no último ano de actividade;
- b) Plano de monitorização para as fontes pontuais múltiplas em causa, incluindo o número de chaminés a monitorizar, de acordo com o quadro n.º 1, e respectiva identificação, a periodicidade e os poluentes a medir.

QUADRO N.º 1

Número de chaminés a monitorizar no caso de fontes múltiplas

Número total de fontes	Número de fontes a monitorizar
2-4	1
5-8	2
9-12	3
13-16	4
17-20	5
21-24	6
25-28	7
29-32	8
33-36	9
> 36	10

ANEXO II

Especificações sobre o conteúdo do relatório de autocontrolo

Um relatório de caracterização de efluentes gasosos para verificação da conformidade com a legislação sobre

emissões de poluentes atmosféricos deve conter, no mínimo, a seguinte informação:

- a) Nome e localização do estabelecimento;
- b) Identificação da(s) fonte(s) alvo de monitorização (instalação a que está associada) e denominação interna (código);
- c) Dados da entidade responsável pela realização dos ensaios, incluindo a data da recolha e da análise;
- d) Data do relatório;
- e) Data de realização dos ensaios, diferenciando entre recolha e análise;
- f) Identificação dos técnicos envolvidos nos ensaios, indicando explicitamente as operações de recolha, análise e responsável técnico;
- g) Objectivo dos ensaios;
- h) Normas utilizadas nas determinações e indicação dos desvios, justificação e consequências;
- i) Descrição sumária da instalação incluindo, sempre que possível, o respectivo *layout* (exemplo: capacidade nominal, combustíveis utilizados, equipamentos de redução, etc.);
- j) Condições relevantes de operação durante o período de realização do ensaio (exemplo: capacidade utilizada, matérias-primas, etc.);
- l) Existência de planos de monitorização, VLE específicos definidos pela entidade coordenadora do licenciamento ou qualquer isenção concedida no âmbito do presente diploma (*);
- m) Informações relativas ao local de amostragem (exemplo: dimensões da chaminé/conduto, número de pontos de toma, número de tomas de amostragem, etc.);
- n) Condições relevantes do escoamento durante a realização dos ensaios (teor de oxigénio, pressão na chaminé, humidade, massa molecular, temperatura, velocidade e caudal do efluente gasoso-efectivo e PTN, expressos em unidades SI);
- o) Resultados e precisão considerando os algarismos significativos expressos nas unidades em que são definidos os VLE, indicando concentrações «tal-qual» medidas e corrigidas para o teor de O_2 adequado;
- p) Comparação dos resultados com os VLE aplicáveis. Apresentação de caudais mássicos;
- q) No caso de fontes múltiplas, deverá ser apresentada a estimativa das emissões das fontes inseridas no plano, com o respectivo factor de emissão, calculado a partir das fontes caracterizadas;
- r) Indicação dos equipamentos de medição utilizados.

Anexos: detalhes sobre o sistema de qualidade utilizado; certificados de calibração dos equipamentos de medição; cópias de outros dados de suporte essenciais.

(*) Deverá ser remetida apenas no primeiro relatório, ou sempre que ocorra uma alteração substancial.

