



# **Estudo de contaminação ambiental, nomeadamente CO<sub>2</sub>, provocado pela queima das podas existentes**

**Projeto n.º 34001  
Ibero Massa Florestal, Lda**



**Fevereiro 2014**



## ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	4
1. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL - Metas a atingir .....	8
1.1. Alterações Climáticas .....	9
1.1.1 As consequências das alterações climáticas em Portugal.....	18
1.1.2 De que modo pode a floresta ajudar a combater este problema?.....	20
1.2. Políticas ambientais.....	22
2. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL – QUEIMA DE BIOMASSA .....	23
2.1. Queima da biomassa florestal:.....	24
2.1.1. Impactos das emissões dos incêndios florestais.....	24
2.1.2. Emissões de CO <sub>2</sub> provocadas por incêndios florestais.....	29
2.1.3. Número de ocorrências e áreas ardidas .....	30
2.1.4. Cálculo de CO <sub>2</sub> emitido pelos fogos florestais.....	34
2.1.5. Cálculo de CO <sub>2</sub> emitido por distrito - incêndios florestais .....	35
2.2. Queima de biomassa agrícola – podas.....	36
2.2.1. Quantificação da vinha em Portugal Continental .....	37
2.2.1.1. Quantificação das podas da vinha.....	37
2.2.1.2. Cálculo de CO <sub>2</sub> emitido pela queima das podas da vinha .....	39
2.2.2. Quantificação de Olival em Portugal Continental.....	42
2.2.2.1. Quantificação das podas de Olival .....	43
2.2.2.2. Cálculo de CO <sub>2</sub> emitido pela queima de podas de Olival.....	44
CONCLUSÃO .....	45
BIBLIOGRAFIA.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Efeito de estufa .....	11
<b>Figura 2-</b> Esquema adaptado do IPCC de 1995 .....	12
<b>Figura 3-</b> Evolução das emissões globais de CO <sub>2</sub> para a atmosfera, entre 1850 e 2004, referente à combustão e produção de cimento (Adaptado de Marland <i>et al</i> , 2007).....	13
<b>Figura 4-</b> Evolução dos valores médios globais de temperatura e do nível do mar, entre 1850 e 2005 relativamente à média para o período 1961-1990 (Adaptado de IPCC, 2007).....	14
<b>Figura 5 –</b> A fotossíntese converte CO <sub>2</sub> em biomassa .....	21
<b>Figura 6 -</b> Imagens de satélite sobre Portugal 3 de Agosto de 2003 e 16 de Agosto de 2005.....	28
<b>Figura 7 -</b> Perdas em euros e emissões de CO <sub>2</sub> , atribuíveis aos incêndios .....	30
<b>Figura 8 -</b> A distribuição das áreas ardidas em Portugal Continental .....	33
<b>Figura 9 -</b> Queima da biomassa agrícola residual .....	41

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Distribuição anual do número de ocorrências e área ardida entre 2002 e 2012. ....	31
<b>Tabela 2</b> - Número de incêndios florestais e área ardida, por distrito, entre 1 de Janeiro e 31 de Dezembro de 2012. ....	32
<b>Tabela 3</b> - Definição dos valores de $\epsilon$ , $\mu$ ; CO; CO <sub>2</sub> e CH <sub>4</sub> . ....	35
<b>Tabela 4</b> - Emissões de CO <sub>2</sub> em kg/ano. ....	36
<b>Tabela 5</b> - Quantificação de hectares de vinha por região. ....	37
<b>Tabela 6</b> - Quantidade de podas de vinha por região. ....	38
<b>Tabela 7</b> - Emissões de CO <sub>2</sub> em kg/ano. ....	39
<b>Tabela 8</b> - Distribuição de Olival por região. ....	42
<b>Tabela 9</b> - Distribuição de podas de olival por região. ....	43
<b>Tabela 10</b> - Emissões de CO <sub>2</sub> em kg/ano. ....	44

## INTRODUÇÃO

Estamos assistir nos últimos tempos a um crescente aumento de consumo de energia dado o crescimento demográfico a nível mundial. Tal facto leva a um maior consumo de combustíveis fósseis, pois esta é a energia que o lóbi do petróleo mais oferece, estimula e controla. Contudo, é pelo aumento da queima de combustíveis fósseis que também vai crescer a emissão de Gases com Efeito de Estufa (GEE). Para contrariar esta tendência que tanto preocupa os ambientalistas e toda a população científica, tem vindo a ser estimulado e incentivado o consumo de energias renováveis.

A política da União Europeia atual envereda por um caminho de contrariar o consumo de combustíveis fósseis que passa pelo recurso às fontes de energias renováveis (CE, 2008) promovendo incentivos ao investimento nas energias verdes. O risco de se ver restringida no abastecimento de combustíveis fósseis e ter consequentemente um aumento no preço dos mesmos, levou a comunidade europeia a estabelecer um conjunto de normas para alterar o paradigma energético europeu (diretiva 2001/77/EC de 27 de Novembro de 2001).

Esta mudança na procura de novas energias para satisfazer as necessidades na Europa permite ultrapassar a dependência externa dos recursos energéticos provenientes do petróleo e cria novos postos de trabalho na economia regional de cada país europeu e contribui para a aproximação do cumprimento das metas de Quioto (CE,2008). Deste modo o recurso a energias alternativas e renováveis traz um acréscimo significativo na economia da Europa e no equilíbrio ambiental.

Enquadra neste contexto de energias renováveis o recurso à biomassa florestal e agrícola como uma fonte de energia a ser utilizada e incentivada em cada país da Europa trazendo com isso um maior desenvolvimento a empresas locais com o consequente aumento de empregos e um importante crescimento económico. Pretende-se que esta biomassa florestal e agrícola seja utilizada de forma equilibrada e sustentável para não pôr em perigo e sobre pressão o ambiente em que se encontra e possa contribuir para uma diminuição dos incêndios florestais pois a limpeza dos matos com regularidade deixa de ser combustível para a destruição das florestas e passa a ser um combustível utilizado para produzir energia limpa.

Constatamos que desde a descoberta do fogo pelo homem, a biomassa florestal foi ao longo da história a energia utilizada para a confeção de alimentos, para o aquecimento das casas, etc. Verificamos que o recurso à biomassa florestal e agrícola foi sempre feito ao longo da história com equilíbrio na economia rural e sendo muitas vezes a única fonte de energia economicamente viável, comparativamente com o petróleo. Ao contrário do petróleo, a biomassa florestal e agrícola é um recurso orgânico renovável, e é um combustível oxigenado muito atrativo, pois encontra-se disperso pela natureza e a sua utilização equilibrada não contribui para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>.

Vamos apresentar neste estudo o grande interesse que existe neste momento para o aproveitamento da biomassa residual quer ao nível da floresta com os incêndios quer ao nível dos resíduos da poda das videiras, das oliveiras e outros. Os milhares de toneladas de biomassa proveniente da poda das videiras e das oliveiras estão neste

momento em Portugal a ser queimados a céu aberto ou a ser destroçados na terra. As consequências mais graves vão para a contaminação ambiental pela emissão de CO<sub>2</sub> por via da queima ou a contaminação das terras com o destroçar dos resíduos da poda contaminados por doenças da videira.

É de realçar a importância do aproveitamento dos resíduos agroflorestais tanto do ponto de vista energético como económico. O aproveitamento destes resíduos permite crescimento da economia local e regional na criação de novos postos de trabalhos bem como o desenvolvimento de um produto final ecológico e energético. Estamos a falar da transformação pelo processo de pirólise lenta de todos os resíduos de biomassa florestais e agrícolas em biocarvão. O biocarvão, conhecido internacionalmente como *biochar*, terá como primeiro objetivo ser introduzido nos solos pobres e desequilibrados como reestruturador dos mesmos. Todo o excedente de biocarvão será para utilizar como fonte de energia em aquecimento doméstico ou industrial, ou mesmo para a produção de energia em centrais termoeléctricas, pois o biocarvão tem cerca do dobro do poder calorífico da biomassa agro-florestal.

O biocarvão é de uma fonte renovável de energia e ecológica por apresentar um balanço zero de carbono. O biocarvão, como reestruturador de solos torna-se um sequestrador de carbono ao fixá-lo no solo, e contribui para uma diminuição das emissões atmosféricas de carbono e conseqüentemente de CO<sub>2</sub>, apresentando um balanço negativo de carbono.

O nosso estudo tem como objetivo a quantificação das emissões gasosas de CO<sub>2</sub>, provenientes da queima de resíduos de biomassa florestal e resíduos agrícolas (podas diversas: vinha, olival...). Estas emissões de CO<sub>2</sub> têm suscitado um grande interesse aos especialistas ambientais, proporcionando a realização de diversos estudos em torno desta temática. A utilização de energias renováveis e, por isso, ambientalmente sustentáveis tem sido uma aposta para colmatar estas emissões gasosas. Os incêndios florestais e a queima dos resíduos agrícolas, nomeadamente poda de videira e de oliveiras são responsáveis por uma parte das emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. O aproveitamento destes resíduos evita a emissões atmosféricas. A limpeza das matas e das florestas evita os incêndios florestais e conseqüentemente a emissão de CO<sub>2</sub> durante a queima. Por isso mesmo, a recolha e tratamento de todos os resíduos agroflorestais têm uma tripla vantagem: evita emissões de GEE, previne incêndios florestais e é um contributo grande à economia local e nacional.

## 1. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL - Metas a atingir

Os impactos ambientais associados à utilização de queima da biomassa florestal e agrícola em fogos ou fogueiras podem fazer-se sentir em três níveis diferentes:

- a nível local com a degradação da qualidade do ar interior e exterior;
- a nível regional pela diminuição da qualidade do ar mas também pela redução da visibilidade;
- e a nível global, pelo seu contributo na emissão de GEE, onde assumem particular importância o metano, o CO<sub>2</sub> e a emissão de aerossóis carbonosos pelos seus efeitos diretos e indiretos sobre o clima.

O maior ou menor impacto ambiental está sujeito ao tipo de combustíveis e à própria instalação de queima. É evidente que o que mais contribui neste momento para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera são os combustíveis fósseis. A biomassa florestal ou agrícola tem o seu contributo para a emissão de CO<sub>2</sub> quando a sua queima é feita em lareiras domésticas ou fornos de pequenas unidades comerciais e regionais ou, que é mais grave, em fogueiras para fazer desaparecer os resíduos florestais e agrícolas. Quando assim é, a combustão de madeira é considerada uma fonte importante de emissão de poluentes, com forte impacto no ambiente e acima de tudo na saúde pública. Nos últimos anos têm-se dado especial atenção à poluição ambiental provocada pela queima de biomassa proveniente dos fogos florestais e de resíduos florestais e agrícolas (Reid *et al.*, 2005 a, b; Yokelson *et al.*, 2010; Alves *et al.*, 2011 a,b).

No entanto uma fração significativa da queima de biomassa ocorre em lareiras domésticas, que mesmo sendo instalações de pequena escala são utilizadas em números consideráveis, tendo um contributo potencial considerável na emissão de poluentes (Zhang *et al.*, 2000). Estudos recentes indicam que a combustão residencial é responsável por 70% da matéria particulada orgânica, nas regiões rurais da Europa durante o inverno (Puxbaum *et al.*, 2007). As características da própria instalação, as condições de operação, as condições da combustão, assim como o tipo de madeira queimada e as suas características são fatores que vão condicionar as emissões procedentes da queima de biomassa em instalações domésticas (McDonald *et al.*, 2000).

Comparativamente com outros países, a utilização de biomassa para aquecimento doméstico é uma prática comum em Portugal, estipulando-se que o consumo de madeira ultrapasse as 1 950 000 ton/ ano em equipamentos domésticos (Gonçalves *et al.*, 2011).

## 1.1. Alterações Climáticas

As alterações climáticas são fenómenos naturais que ocorrem desde a formação da Terra e do universo. No século passado estas têm sido mais pronunciadas e preocupantes e o conjunto de fenómenos associados a tempestades com muita chuva e alteração das marés e nível do mar têm levado a comunidade científica mundial a dar prioridade ao estudo destas alterações climáticas. As causas para o aumento da

temperatura estão diretamente relacionadas com os gases de efeito de estufa (GEE). Os GEE, como o dióxido de carbono, o metano ou o óxido nitroso, retêm a radiação infravermelha emitida pela superfície da terra, impedindo que parte desta seja libertada para o espaço. Se este processo permite a vida na Terra, impedindo que esta se torne demasiado fria, o aumento da libertação de GEE, resultante das atividades humanas (sobretudo industriais e de transportes), origina o aumento da temperatura da troposfera.

O clima terrestre é definido pela energia proveniente do Sol que atinge a superfície terrestre (Figura 1). A atmosfera enfraquece o feixe solar por absorção, dispersão e reflexão. Cerca de 30% da radiação solar é imediatamente refletida de volta para o espaço. A restante energia penetra na atmosfera e é diferencialmente absorvida: a fração de radiação ultravioleta (UV) (de pequeno comprimento de onda) é parcialmente filtrada na estratosfera, devido à presença de ozono, e a radiação que atinge a superfície terrestre é predominantemente visível; a energia solar que atinge a superfície do globo é absorvida pelo solo, água e ar, podendo ser convertida em calor através do aumento de temperatura da superfície terrestre ou da vaporização/evapotranspiração, ou ainda convertida em energia mecânica, elétrica ou química. Uma parte da energia absorvida pela superfície terrestre é reenviada para o espaço, na forma de radiação infravermelha (IV), ou seja, de grande comprimento de onda. Ao atravessar a atmosfera, a radiação IV é parcialmente absorvida pelos gases que a constituem ( $N_2$  e  $O_2$  » 99%; vapor de água,  $CO_2$ ,  $N_2O$  e  $CH_4$ ). O  $CO_2$  e o vapor de água são os principais gases absorventes, e por isso são conhecidos como os principais

gases com efeito de estufa (GEE). Saliente-se, no entanto, que estes gases são transparentes à radiação com comprimentos de onda na gama dos 8 a 13  $\mu\text{m}$ , pelo que parte da energia emitida pela superfície terrestre, sob a forma de radiação IV, é perdida para o espaço através do intervalo dos 8 a 13  $\mu\text{m}$  (Peixoto, 1981; Lopes, 2004).



Figura 1- Efeito de estufa

Deste balanço radiativo entre a radiação que atinge o globo e a que é emitida de volta para o espaço, resulta um saldo positivo de energia que é responsável pela temperatura média superficial de 15°C. Calcula-se que, na ausência deste fenómeno, denominado “efeito de estufa”, a temperatura média à superfície da terra seria 33°C inferior à atual (UNEP/IUC, 1997), ou seja -18°C, impossibilitando a vida como a conhecemos no nosso planeta. A presença de GEE em concentrações reduzidas na

atmosfera é, portanto, essencial para um efeito de estufa equilibrado, ou seja, para a manutenção da temperatura no sistema atmosfera-Terra (Figura 2).

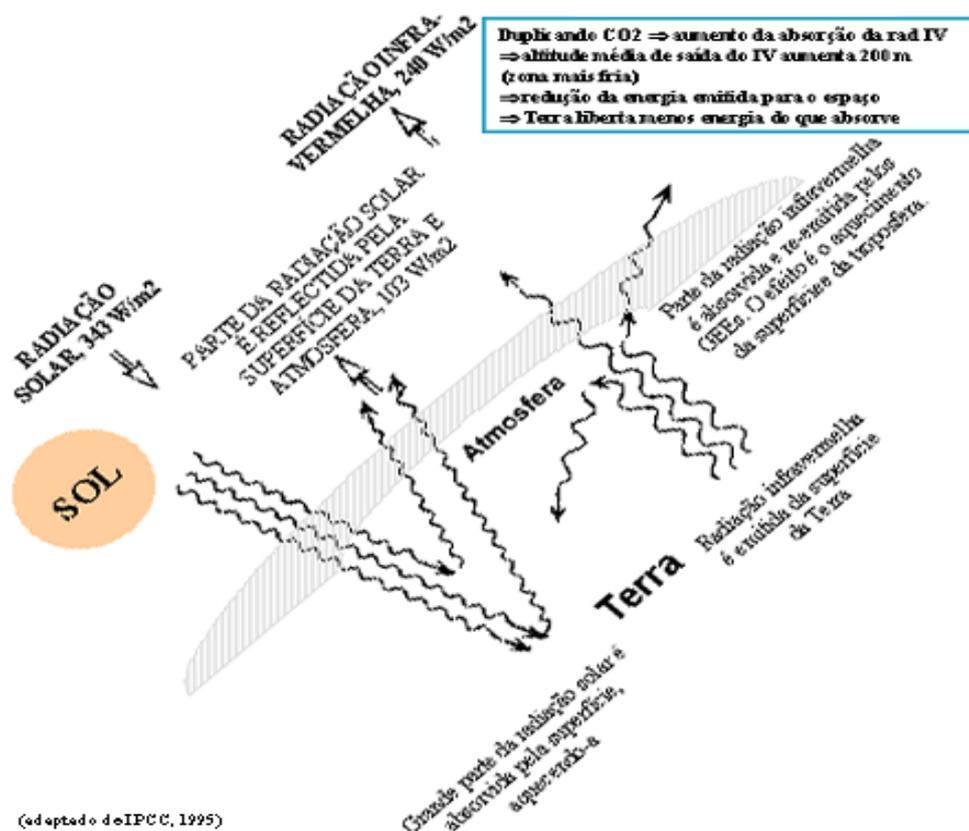


Figura 2- Esquema adaptado do IPCC de 1995

O aumento contínuo de emissões de GEE faz com que a sua concentração na atmosfera cresça de forma desequilibrada aumentando potencialmente o efeito de estufa. A quantidade de energia absorvida pelos GEE é maior, bem como a quantidade de energia que atinge a superfície terrestre, emitida por estes, o que se traduz num aumento da temperatura do planeta.

A partir da revolução industrial - meados do século XVIII e até 2004, a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera tem vindo a aumentar de forma exponencial

atingindo 35% em 2004, como se pode ver na Figura 3, devido essencialmente à intervenção humana nas suas atividades industriais, agrícolas e comerciais. Podemos verificar que estes valores de CO<sub>2</sub> atingem um valor 2% a 3% superior à concentração máxima durante os últimos 420 mil anos (Santos *et al.*, 2006). Desde a revolução industrial que este GEE de origem antropogénica se tornou mais importante representando 77% do total das emissões de gases com efeito de estufa em 2004, tendo a sua emissão anual aumentado cerca de 70% entre 1970 e 2004 (IPCC, 2007). Este facto tem contribuído para o aumento da temperatura média global da Terra – o aquecimento global.

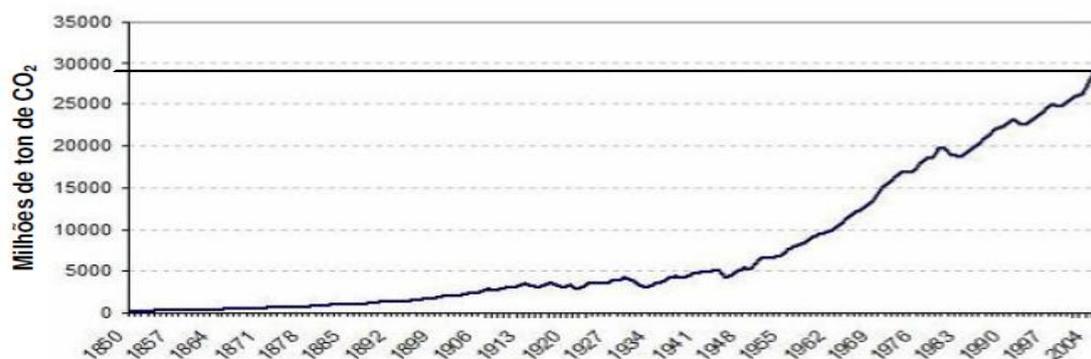


Figura 3- Evolução das emissões globais de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, entre 1850 e 2004, referente à combustão e produção de cimento (Adaptado de Marland *et al.*, 2007).

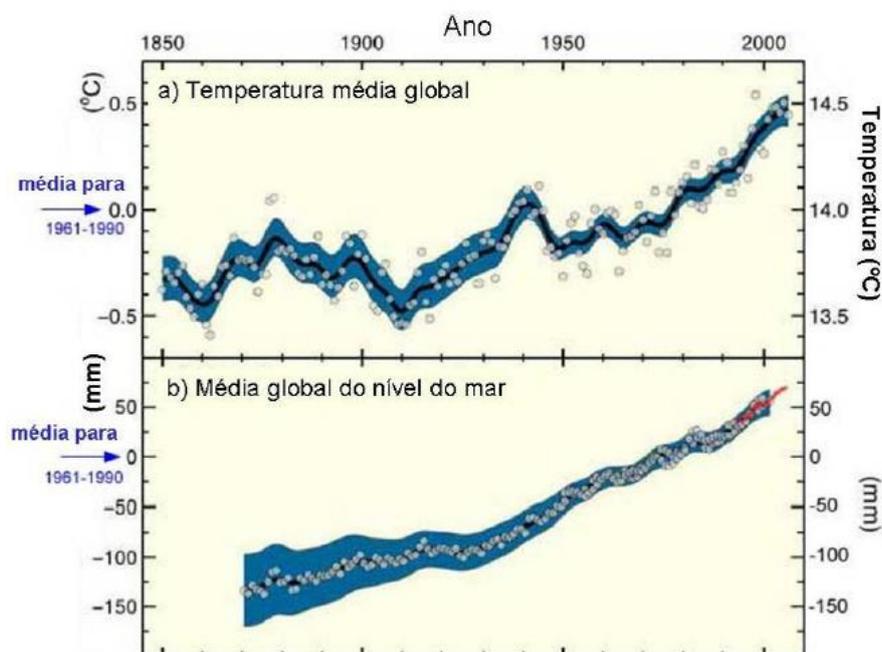


Figura 4- Evolução dos valores médios globais de temperatura e do nível do mar, entre 1850 e 2005 relativamente à média para o período 1961-1990 (Adaptado de IPCC, 2007).

O aumento da temperatura global (Figura 4) tem causado alterações no clima, como a subida do nível do mar e a mudança dos padrões de precipitação, resultando em períodos de seca e de cheias, e outros eventos climáticos extremos, como os ciclones. Tais alterações climáticas provocam impactes na agricultura, nos recursos hídricos, no uso do solo, na biodiversidade, na economia e na agricultura.

A grande sensibilização do mundo para este problema das alterações climáticas começa em 1990 num relatório do Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas (IPCC - organismo internacional que se dedica ao estudo das Alterações Climáticas), onde se comprova cientificamente a existência de Alterações Climáticas. O

IPCC prevê que a temperatura possa aumentar até 6,4°C nos próximos cem anos, mantendo-se a evolução prevista de GEE que devido à longa vida das partículas do gás na atmosfera, mesmo que hoje fosse emitida a última grama de CO<sub>2</sub>, a temperatura do ar continuaria a subir. Ou seja, se a temperatura do ar parar de aumentar, o nível médio do mar continuará a elevar-se durante aproximadamente cem anos, devido à dilatação térmica provocada pelo aumento da temperatura das águas. O relatório do IPCC motiva a atenção dos políticos e decisores mundiais para a assinatura em Junho de 1992, no Rio de Janeiro, da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas. Nesta Convenção os 154 países signatários comprometiam-se a estabilizar as concentrações dos GEE na atmosfera para níveis que pudessem manter o equilíbrio climático do Planeta tentando controlar desta forma as atividades humanas que punham em perigo tal equilíbrio.

Em 1995 sai um segundo relatório do Painel sendo mais concreto no que diz respeito à origem das alterações climáticas ao referir que estas são devidas em grande parte à ação e intervenção do homem no meio natural dando origem a consequências negativas à escala regional e mundial. Neste relatório previam-se alterações climáticas entre 1 grau C e 3,5°C até 2100 e uma subida do nível médio das águas do mar entre 15 e 95 cm.

Na continuação das preocupações ambientais a nível mundial é em 1997, ainda no âmbito da Convenção, que se assina o Protocolo de Quioto. Trinta e nove países industrializados, dos 160 participantes, comprometeram-se a limitar durante o período de 2008-2012 as suas emissões de GEE.

As reduções acordadas incidiam sobre:

- dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>);
- metano (CH<sub>4</sub>);
- óxido nitroso (N<sub>2</sub>O);
- hidrofluorcarbonetos (HFCs);
- hidrocarbonetos perfluorados (PFCs);
- hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) .

Os valores de referência para a assinatura do acordo foram os adotados no relatório de 1990 acima referido e as reduções representavam em média 5%. A Comunidade Europeia comprometia-se no conjunto dos seus Estados a reduzir em 8% as emissões de GEE.

Para que fosse possível cumprir os objetivos inseridos no Protocolo, os países que se reuniram para assinar o protocolo de Quito encontraram um critério inovador de reduzirem significativamente a emissão de GEE ao estabelecerem a possibilidade de mecanismos de mercado para a redução sob três formas:

- a) comércio de direitos de emissões;
- b) implementação conjunta;
- c) mecanismo de desenvolvimento limpo.

O objetivo é investir numa redução efetiva e realista se esta for economicamente vantajosa: os países desenvolvidos obrigam-se a reduzir as suas quotas de emissão de GEE e é permitido aos países pobres emitir mais GEE até atingirem um bom nível de desenvolvimento.

Contudo a implementação do Protocolo ficou condicionada à ratificação por 55 países que detivessem em conjunto 55% da quota de emissões globais. Tal condicionante fazia dos EUA, que nesta matéria defendiam posições muito diferentes das da UE, detentor do poder de veto. Após oito anos de aprovações, o protocolo de Quioto só entrou em vigor a 16 de Fevereiro de 2005 com a adesão dos 55 países da Convenção inicial e em Julho de 2006 o Protocolo foi ratificado por 164 países.

De acordo com um estudo científico da ONU, as emissões de GEE de todos os países do mundo têm que ser reduzidas para metade até 2050 em relação aos valores que tinham em 1990. Caso contrário não se consegue evitar um aquecimento global catastrófico para o mundo. É no seguimento desta preocupação que 193 países se reúnem em Copenhaga na Dinamarca para realizar a 15ª Conferência das Partes (COP 15). O principal objetivo desta Cimeira foi emitir um documento para controlar as emissões de gases com efeito de estufa de modo que até 2020 se conseguisse uma redução de 25% a 40% das emissões de CO<sub>2</sub> ou pelo menos fosse o ano a partir do qual não se aumentasse mais a emissão de GEE e fosse o ano a partir do qual começaria a descida de emissão de GEE. O objetivo é que a temperatura média do planeta não aumente mais de 2°C em relação ao valor máximo a partir do qual as consequências serão catastróficas. Segundo a maior parte dos cientistas e com base nos modelos climáticos, a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera não pode ultrapassar as 450ppm (partes por milhão). Feitas as medições atuais, o planeta está sujeito a valores de cerca de 385ppm e estes valores crescem a uma velocidade de 2 ppm ao ano. Após doze dias de cimeira a 15ª Conferência das Partes (COP 15) acorda no seguinte:

- Um limite máximo de 2°C para o aumento de temperatura média da Terra no futuro;
- Uma lista de compromisso e promessa dos países desenvolvidos e em desenvolvimento para reduzir as suas emissões de CO<sub>2</sub> ou para conter o seu crescimento;
- Criar um Fundo Climático Copenhaga com 30 mil milhões de dólares para os países pobres nos próximos três anos e a promessa de mais 100 mil milhões de dólares anuais a partir de 2020.

### **1.1.1 As consequências das alterações climáticas em Portugal**

Após a realização do Protocolo de Quioto foram aprovados três planos para que fosse possível o cumprimento dos objetivos nacionais no que diz respeito às alterações climáticas:

- 1- Plano Nacional para as Alterações Climáticas – PNAC;
- 2- Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão – PNALE;
- 3 – Fundo Português de Carbono.

O PNAC define um conjunto de políticas e medidas internas que visam a redução de emissões de GEE por parte dos diversos sectores da atividade industrial e agrícola.

O Fundo Português de Carbono visa o desenvolvimento de atividades para a obtenção de créditos de emissão de GEE através do investimento em mecanismos de flexibilidade do Protocolo de Quioto.

O projeto SIAM ([www.siam.fc.ul.pt](http://www.siam.fc.ul.pt)) estuda, a nível nacional, o impacto e a vulnerabilidade dos sistemas naturais e sociais às potenciais alterações climáticas em Portugal, com vista ao desenvolvimento de estratégias e políticas de adaptação e mitigação dos efeitos negativos dessas alterações. Os primeiros resultados do estudo, apresentados em finais de 2001, indicam que, em termos médios, para todo o território continental, as temperaturas poderão subir entre 4°C - 7°C nos próximos cem anos e que, no interior, esta subida poderá ser ainda maior. Quanto à precipitação anual, tudo indica que haverá um aumento da chuva no Inverno, mas um decréscimo substancial nos meses de Primavera, sobretudo em Abril e Maio. A verificarem-se estes resultados poderá ser necessário:

- um maior investimento em medidas de proteção: paredões, esporões ou recuo de frentes urbanas para fazer face à erosão costeira;
- no sector agrícola, mudanças das datas das sementeiras e das colheitas, seleção e melhoramento das variedades melhor adaptadas a um clima mais quente e seco e adequação de práticas culturais;
- no sector energético, potencial para um acréscimo na produção de eletricidade e na utilização de painéis solares, mas também um aumento no consumo de energia, devido às necessidades de arrefecimento.

Em termos de saúde pública as Alterações Climáticas poderão conduzir a um provável aumento de doenças transmitidas pela água e pelos alimentos, sobretudo devido às biotoxinas e elementos patogénicos, e ao aumento de doenças relacionadas com a poluição atmosférica e de doenças transmitidas por insetos e roedores, uma vez que o clima favorecerá a sua proliferação.

O PNAC enuncia como medidas: a redução dos incêndios florestais e a eficácia e eficiência da exploração e gestão florestal.

### **1.1.2 De que modo pode a floresta ajudar a combater este problema?**

A fotossíntese (figura 5) que ocorre nas plantas terrestres permite a retenção do CO<sub>2</sub> no material vegetal e, eventualmente, na matéria orgânica do solo que contém carbono. Durante milhares de anos esta fixação foi suficiente para compensar o CO<sub>2</sub> que se ia libertando. Contudo, desde há algumas décadas que, com a destruição das florestas naturais e a libertação de grandes quantidades de CO<sub>2</sub>, a concentração deste gás na atmosfera atingiu níveis elevados.

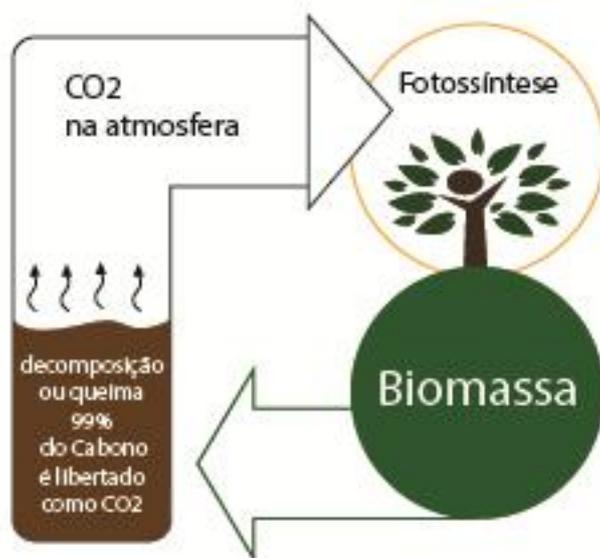


Figura 5 – A fotossíntese converte CO<sub>2</sub> em biomassa

Para além das florestas, existem outros sumidouros para o CO<sub>2</sub>, como os oceanos e o solo. No entanto, apenas as florestas e o solo, este último em muito menor escala, têm capacidade de o trocar ativamente com a atmosfera, sendo por isso considerados os mais importantes.

Uma das medidas imediatas propostas pelo PNAC é a introdução de instrumentos de natureza financeira e fiscal, como o Fundo de Investimento Imobiliário Florestal. Os objetivos do Fundo compreendem o aumento da dimensão média das explorações e a melhoria na composição e estrutura produtiva dos povoamentos, duas medidas que irão permitir aumentar a eficiência da floresta portuguesa no sequestro do carbono atmosférico.

## 1.2. Políticas ambientais

Sendo atualmente a poluição atmosférica uma problemática universal, uma vez que não respeita fronteiras passou a ser uma preocupação da comunidade científica e dos líderes mundiais a necessidade do controlo e diminuição dos efeitos nocivos, exigindo deste modo a colaboração e participação de todos, a fim de estabelecer parâmetros e aplicar um conjunto de normas legais universais, que determinem limites de concentração dos poluentes atmosféricos, estabeleçam máximos de emissão, implementem tecnologias menos poluentes e estruturas de prevenção à poluição, salvaguardando a interação do Homem com o meio ambiente.

Devido à crescente preocupação com as alterações climáticas e com as consequências ambientais, sociais e económicas Portugal assumiu o objetivo de limitar o aumento das suas emissões GEE em pelo menos 20% até 2020. Neste âmbito foram várias as autarquias nacionais a aderir ao Pacto do Autarcas, uma iniciativa lançada pela Comissão Europeia destinada a dar seguimento às medidas do Pacote Clima e Energia da União Europeia em 2008, através do qual se pretende que os municípios de forma voluntária reduzam as suas emissões de CO<sub>2</sub> incentivando a utilização da bioenergia como fonte limpa e renovável, juntamente com a energia geotérmica, energia das mares, energia solar e eólica.

A legislação europeia e nacional está neste momento em constante revisão por forma a incluir as atualizações dadas pelos estudos recentes para a regularização e equilíbrio do clima e contribuir para a melhoria da qualidade de vida de todos os habitantes do planeta.

## 2. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL – QUEIMA DE BIOMASSA

A queima de biomassa é um processo de obtenção de energia que atraiu a atenção da população mundial, devido à contribuição que tem para a emissão de partículas e gases com efeito de estufa (GEE) (Dennis *et al.*, 2002). Este contributo assume especial importância, pois a emissão proveniente deste processo tem forte impacto na saúde pública, contribuindo para o aumento das taxas de mortalidade e problemas, principalmente, do foro respiratório (Wardoyo, 2007).

Além dos impactos associados à saúde pública existem também os impactos nos processos atmosféricos, como o balanço radiativo e a acidificação das nuvens, chuva e nevoeiros (Wardoyo, 2007). No balanço radiativo as alterações ocorrem:

- de forma direta, através de alterações nas quantidades de radiação absorvida e refletida;

- de forma indireta, por acuação das partículas primárias e secundárias como núcleos de condensação de nuvens e alterando os processos microfísicos de formação das nuvens numa escala regional (Kaufman *et al.*, 1998; Martins *et al.*, 1998).

A estes efeitos acrescem ainda as alterações ao albedo da neve e do gelo, consequência da deposição seca e húmida dos aerossóis carbonosos (McConnell, *et al.*, 2007; Ming *et al.*, 2009).

A combustão residencial de biomassa é amplamente utilizada durante o inverno para aquecimento, em diversos países. Com o aumento significativo do preço dos combustíveis fósseis, é cada vez mais utilizada. A queima da biomassa é uma fonte importante de emissão de partículas finas (PM<sub>2,5</sub>: partículas de diâmetro

aerodinâmico inferior a  $2,5 \mu\text{m}$ ) e de compostos carbonosos e gases da família dos compostos orgânicos voláteis (COV), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP). Estes últimos podendo distribuir-se por ambas as fases, gasosa e particulada (MacDonald *et al.*, 2000; Hedberg *et al.*, 2002).

Num elevado número de países a maior fonte de partículas finas provém do transporte transfronteiriço. No entanto a combustão residencial tem um contributo relativamente elevado na emissão de COV para a atmosfera desses locais (Glasius *et al.* 2006; Tissari *et al.* 2007). Os COV emitidos em conjugação com a radiação solar levam à formação de ozono ( $\text{O}_3$ ) e outros foto-oxidantes como o cloreto de metilo e o brometo de metilo, que dado a seu longo tempo de vida podem atingir a estratosfera destruindo o  $\text{O}_3$  estratosférico (Koppmann *et al.*, 2005).

A emissão de COV é também responsável pela formação de ácidos orgânicos, que contribuem para a acidificação baixando o pH da água da chuva (Andreae *et al.*, 1988; Jacob e Wofsy, 1988).

## **2.1. Queima da biomassa florestal:**

### **2.1.1. Impactos das emissões dos incêndios florestais**

O fumo resultante da queima da biomassa contém um grande e diverso número de produtos químicos, incluindo partículas e compostos gasosos. Os poluentes atmosféricos que resultam tipicamente dos incêndios florestais são: - matéria

particulada (PM), CO<sub>2</sub>, monóxido de carbono (CO), CH<sub>4</sub>, hidrocarbonetos não metânicos (HCNM), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), N<sub>2</sub>O e amoníaco (NH<sub>3</sub>) (Levine, 1999).

Os efeitos dos incêndios florestais no ambiente atmosférico vão desde a contribuição para a formação de ozono (O<sub>3</sub>) troposférico, até à destruição química do O<sub>3</sub> estratosférico. Algumas medições sugerem que a queima de biomassa pode ser uma fonte global significativa do brometo de metilo (Levine *et al.*, 1995), substância poluente que conduz à destruição química de O<sub>3</sub> na estratosfera. Na troposfera o CO, o CH<sub>4</sub>, os HCNM e os NO<sub>x</sub> libertados no decorrer de um incêndio florestal são gases quimicamente ativos que influenciam fortemente as concentrações locais e regionais de importantes oxidantes atmosféricos, como o O<sub>3</sub> e o radical hidroxilo (OH<sup>·</sup>) (Simeoni *et al.* 2006).

Convém referir, por outro lado, que a produção dos aerossóis está associada a impactos quer à escala local, relacionados com episódios de poluição, quer afetando o balanço radiativo da Terra (*e.g.* Hodzic *et al.*, 2007), e conseqüentemente o clima global.

A poluição causada pelo fumo, associada às emissões dos incêndios florestais, é tema de extrema importância devido aos riscos evidentes, quer para o ambiente, quer para a saúde humana. De salientar os riscos para a saúde humana provocada pela poluição dos incêndios na degradação da qualidade do ar bem como na visibilidade reduzida. O pessoal operacional que combate os fogos e a população regional expõem-se em primeira mão a estes riscos.

A modelação numérica da dispersão do fumo emitido durante um incêndio florestal e a estimativa dos campos de concentração de poluentes resultantes, são o resultado mais recente da investigação realizada em Portugal Continental que permitiu verificar a influência decisiva do fumo libertado na qualidade do ar (Miranda, 2004; Martins *et al.*, 2004; Miranda *et al.*, 2005b, 2007).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a exposição ao fumo proveniente de incêndios florestais tem sérios impactos na saúde humana (WHO, 1999), resultando no aumento de entradas nos serviços de urgência e nas admissões hospitalares, devido sobretudo a doenças do foro respiratório e cardiovascular. Em particular, a exposição à PM (matéria particulada) em suspensão tem vindo a ser associada a doenças respiratórias e cardiovasculares, e mesmo ao aumento da mortalidade; estimativas da OMS indicam que anualmente se verificam 100 mil mortes prematuras, associadas à exposição a este poluente.

Os efeitos nocivos na saúde, resultantes da exposição ao fumo, podem ser sentidos aos níveis agudo e crónico. Os efeitos agudos vão desde a irritação dos olhos e do tracto respiratório, até à diminuição da função respiratória, que pode originar dores de cabeça, tonturas e náuseas, que se podem prolongar por várias horas. Os aldeídos e a PM causam irritação ocular e do trato respiratório superior, sendo que a PM causa também irritação das membranas mucosas. As partículas de diâmetro inferior causam problemas de maior gravidade do que as de diâmetros superiores, dado que penetram mais profundamente no sistema respiratório. O mecanismo de ação do CO no organismo humano é potencialmente perigoso, uma vez que este poluente impede o

transporte de oxigénio pela hemoglobina, o que afeta os órgãos mais sensíveis, cérebro e coração, devido à diminuição de oxigénio no sangue. De referir, que a maior parte destes efeitos é reversível, e no caso do CO, este é rapidamente removido do organismo [Letts *et al.*, 1991 e Reh *et al.*, 1994 e Rothman *et al.*, 1991 in Reinhardt e Ottmar, 2000]. Os efeitos crónicos, como a diminuição da função pulmonar, têm sido identificados entre os bombeiros. O CO<sub>2</sub>, apesar de emitido em grandes quantidades na combustão, quando atinge os bombeiros já está diluído no ar, em concentrações não tóxicas.

Em Portugal à exceção de alguns dados provenientes de ensaios experimentais de queima (Miranda *et al.*, 2005<sup>a</sup>, Valente *et al.*, 2006) existem poucos registos de concentrações elevadas de poluentes provocadas por emissões de fogos florestais. Esta inexistência de registos deve-se ao facto do país não ter ainda, uma grande cobertura espacial em termos de estações de monitorização da qualidade do ar, estando estas maioritariamente localizadas em áreas urbanas, distantes de zonas onde ocorrem incêndios, e por isso mais suscetíveis de uma influência direta. Contudo, no ano de 2003 verificaram-se em várias estações de monitorização da qualidade do ar elevadas concentrações de poluentes, especialmente partículas, associadas a incêndios florestais.

Em Lisboa, registou-se o valor máximo de concentração de partículas em suspensão com um diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm (PM10), no ano de 2003, no dia 13 de Setembro, às 19 horas, na estação da Avenida da Liberdade, 539 µg.m<sup>-3</sup>

(média horária) (Martins *et al.*, 2004). Poluentes como o O<sub>3</sub> e o CO atingiram, igualmente, valores de concentração bastante elevados.

O contributo das emissões dos incêndios florestais para o inventário nacional de emissões é um assunto de crescente importância. De facto, este contributo tem sido particularmente evidente e severo nos últimos anos. A título de exemplo, durante o Verão de 2003 e de 2005, os incêndios devastaram áreas florestais consideráveis. A Figura 4 apresenta duas imagens MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer), instrumento instalado no satélite Aqua, que evidenciam a dimensão dos penachos criados pelos fogos florestais que lavravam nos dias 3 e 16 de Agosto, dos referidos anos, respetivamente.

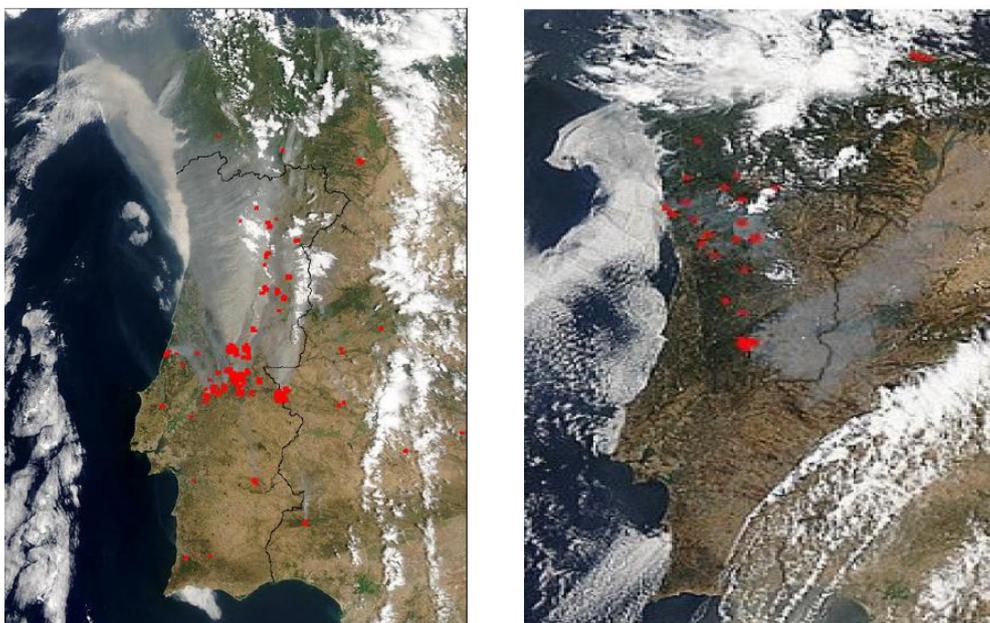


Figura 6 - Imagens de satélite sobre Portugal 3 de Agosto de 2003 e 16 de Agosto de 2005

A avaliação do contributo das emissões dos incêndios para os episódios de poluição atmosférica reveste-se de particular importância ao nível do levantamento das causas ou fontes. É possível analisar esta influência dos incêndios florestais no ambiente atmosférico recorrendo à modelação da qualidade do ar.

### **2.1.2. Emissões de CO<sub>2</sub> provocadas por incêndios florestais**

Desde 2006 apenas se destacaram dois anos, 2010 e 2012, nos quais as perdas anuais em produtos e serviços prestados pelos ecossistemas florestais e as emissões de CO<sub>2</sub><sup>1</sup> superaram o limiar de perdas admitido no Plano Nacional Defesa Floresta Contra Incêndios (PNDFCI). Este limiar foi definido com base na meta dos 100.000ha/ano para 2012 estabelecida no PNDPCI (Figura 7). No ano em análise as emissões de CO<sub>2</sub> ascenderam a 818.472,6 toneladas.

---

<sup>1</sup> - Fonte: Potential for CO<sub>2</sub> emissions mitigation in Europe through prescribed burning in the context of the Kyoto Protocol; Caroline Narayan a,\*, Paulo M. Fernandes, Jo van Brusselen a, Andreas Schuck a a European Forest Institute, Torikatu 34, FIN-80100 Joensuu, Finland Departamento Florestal & Centro de Estudos em Gestão de Ecossistemas (CEGE), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal; 7 June 2007

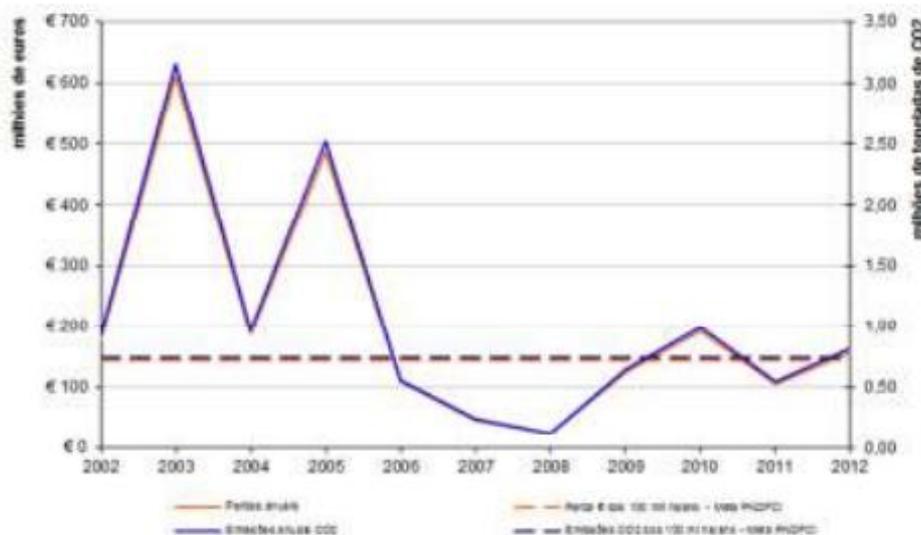


Figura 7 - Perdas em euros e emissões de CO<sub>2</sub>, atribuíveis aos incêndios

### 2.1.3. Número de ocorrências e áreas ardidas

Em 2012 contabilizaram-se em Portugal Continental 21.176 ocorrências, das quais 21% correspondem a incêndios florestais<sup>2</sup> e 79% a fogachos<sup>3</sup>. No seu conjunto arderam cerca de 110.232 hectares de área dos quais 44% em povoamentos florestais e 56% em matos (Tabela 1 e Tabela 2).

<sup>2</sup> - Ocorrências com área florestal ardida maior ou igual a 1 hectare

<sup>3</sup> - Ocorrências com área florestal ardida inferior a 1 hectare

Anos	Ocorrências			Área ardida (hectares)		
	Incêndios Florestais	Fogachos (Área <1ha)	Total	Povoamentos	Matos	Total
2002	6.521	20.055	26.576	65.164	59.455	124.619
2003	5.323	20.896	26.219	286.055	139.784	425.839
2004	5.069	17.096	22.165	56.271	73.836	130.107
2005	8.192	27.631	35.823	213.921	125.168	339.089
2006	3.499	16.945	20.444	36.320	39.738	76.058
2007	3.677	16.639	20.316	9.829	22.766	32.595
2008	2.591	12.339	14.930	5.461	12.103	17.564
2009	5.862	20.274	26.136	24.097	63.323	87.420
2010	3.970	18.057	22.027	46.079	87.011	133.090
2011	5.043	20.179	25.222	20.044	53.785	73.829
<b>2012</b>	<b>4.425</b>	<b>16.751</b>	<b>21.176</b>	<b>48.067</b>	<b>62.165</b>	<b>110.232</b>
Média 2002-2011	4.975	19.011	23.986	76.324	67.697	144.021

Tabela 1 - Distribuição anual do número de ocorrências e área ardida entre 2002 e 2012.

Distrito	Ocorrências			Reacendi- mentos	Área ardida (hectares)		
	Incêndios Florestais	Fogachos (Área <1ha)	Total		Povoamentos	Matos	Total Florestal
Aveiro	182	1.668	1.850	448	2.328	363	2.691
Beja	19	47	61	0	791	74	795
Braga	563	1.540	2.103	283	4.315	4.616	8.931
Bragança	515	487	1.002	1	2.641	12.183	14.824
Castelo Branco	71	387	458	6	1.233	785	2.018
Coimbra	109	737	846	32	4.545	1.104	5.649
Évora	19	28	47	0	338	3	341
Faro	50	482	532	3	6.360	15.823	22.183
Guarda	365	314	679	11	5.128	5.091	10.219
Leiria	118	656	774	59	1.734	761	2.495
Lisboa	264	1.086	1.350	17	601	1.137	1.738
Portalegre	22	66	88	1	1.157	20	1.177
Porto	462	4.550	5.012	340	1.879	1.785	3.664
Santarém	93	516	609	2	4.903	2.901	7.804
Setúbal	33	607	640	4	207	154	361
Viana do Castelo	343	809	1.152	144	796	2.121	2.917
Vila Real	694	1.109	1.803	165	2.743	4.237	6.980
Viseu	503	1.667	2.170	340	6.438	9.007	15.445
<b>TOTAL</b>	<b>4.425</b>	<b>16.751</b>	<b>21.176</b>	<b>1.856</b>	<b>48.067</b>	<b>62.165</b>	<b>110.232</b>

Tabela 2 - Número de incêndios florestais e área ardida, por distrito, entre 1 de Janeiro e 31 de Dezembro de 2012.



mais afetada, no conjunto dos povoamentos, foi o pinheiro-bravo seguido do eucalipto e do sobreiro, com 34%, 30% e 14% da área ardida por espécie, respetivamente.

#### 2.1.4. Cálculo de CO<sub>2</sub> emitido pelos fogos florestais

Normalmente o fogo só atinge a parte aérea das plantas, e dentro de uma zona ardida nem todas as plantas são completamente carbonizadas. Assim, a biomassa do coberto vegetal, espécie ou bioma,  $i$ , que foi consumida pelo fogo, ou seja o  $M_i$ , depende: a) da fração que a planta tem acima do solo ( $\alpha_i$ ); b) da eficiência do fogo ( $\pi_i$ )

Ora a biomassa ardida a contabilizar para efeitos de estimativa das emissões atmosféricas é dada por:  $M = \sum(M_i * \alpha_i * \pi_i)$  ou seja  $M = \text{kgBio/ha}$ . Partindo do pressuposto que a madeira apresenta na sua composição elementar entre 40% - 50% de carbono, a quantidade de carbono emitida (kg/ha) é dada por:  $C = \beta * M$  em que  $\beta$  é a fração de carbono na biomassa ardida ( $\cong 0,40$  a  $0,5$ ). As quantidades emitidas dos compostos de carbono (kg/ha) são obtidas pela fórmula:  $C_j = \epsilon_j * \mu_j * C$ , em que  $j = \text{CO}_2, \text{CH}_4$ ;  $\epsilon_j$  é a fração do carbono total emitido na fracção  $j$ ; e  $\mu_j$  é o balanço mássico molar (massa molar do composto / massa molar do carbono).

**Tabela 3 - Definição dos valores de  $\epsilon$ ,  $\mu$ ; CO; CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>**

COMPOSTO	$\epsilon$	$\mu$
CO	0,057 – 0,100	28/12
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>0,820 – 0,888</b>	<b>44/12</b>
CH <sub>4</sub>	0,004 – 0,012	16/12

A partir da tabela 3, da definição de valores de  $\epsilon$  (do extremo do lado direito)

obtemos os seguintes factores: C (CO<sub>2</sub>)=3,256\*C | C (CO)=0,233\*C | C(CH<sub>4</sub>)=0,016\*C

### 2.1.5. Cálculo de CO<sub>2</sub> emitido por distrito - incêndios florestais

Distritos	Área ardida (ha)	C=β*M [kgC/ano]	C <sub>j</sub> =ε <sub>j</sub> *μ <sub>j</sub> *C (kgCO <sub>2</sub> /ano)	C(CO <sub>2</sub> )=3,256*C (kgCO <sub>2</sub> /ano)
Aveiro	2 691,00	6 137 892,36	19 981 343,89	<b>19984977,53</b>
Beja	795,00	1 813 312,68	5 903 072,61	<b>5904146,092</b>
Braga	8 931,00	20 370 686,24	66 314 894,95	<b>66326954,4</b>
Bragança	14 824,00	33 812 009,05	110 071 884,75	<b>110091901,5</b>
Castelo Branco	2 018,00	4 602 849,05	14 984 151,61	<b>14986876,49</b>
Coimbra	5 649,00	12 884 784,07	41 945 229,15	<b>41952856,95</b>
Évora	341,00	777 785,69	2 532 009,76	<b>2532470,21</b>
Faro	22 183,00	50 597 126,06	164 714 288,95	<b>164744242,5</b>
Guarda	10 219,00	23 308 480,87	75 878 615,10	<b>75892413,72</b>
Leiria	2 495,00	5 690 836,66	18 525 995,17	<b>18529364,15</b>
Lisboa	1 738,00	3 964 198,04	12 905 082,01	<b>12907428,81</b>

<b>Portalegre</b>	1 177,00	2 684 615,13	8 739 517,56	<b>8741106,855</b>
<b>Porto</b>	3 664,00	8 357 204,61	27 206 110,75	<b>27211058,21</b>
<b>Santarém</b>	7 804,00	17 800 115,93	57 946 639,81	<b>57957177,48</b>
<b>Setúbal</b>	361,00	823 403,62	2 680 514,73	<b>2681002,188</b>
<b>Viana Castelo</b>	2 917,00	6 653 374,96	21 659 450,07	<b>21663388,87</b>
<b>Vila Real</b>	6 980,00	15 920 657,26	51 828 235,00	<b>51837660,02</b>
<b>Viseu</b>	15 445,00	35 228 445,75	114 682 964,11	<b>114703819,4</b>
<b>TOTAL</b>			<b>818 650 000</b>	<b>818 648 845,2</b>

Tabela 4 - Emissões de CO<sub>2</sub> em kg/ano

Pela análise da tabela 4 podemos verificar que os incêndios florestais são responsáveis por cerca de **818 648 845 kg CO<sub>2</sub>/ano** emitidos para a atmosfera.

## 2.2. Queima de biomassa agrícola – podas

A sensibilidade para com as questões ambientais tornou-se uma variante prioritária na análise das várias atividades económicas, nomeadamente na atividade agrícola. Deste modo, a preocupação associada à finalidade dada às podas e aos resíduos resultantes desta atividade tem aumentado. A realização de queimadas com o objetivo de eliminar os resíduos agrícolas provenientes das podas das videiras e dos olivais têm sido analisadas do ponto de vista ambiental, dado que suscitam especial atenção devido à emissão de CO<sub>2</sub> e de outros gases de efeito de estufa para a atmosfera.

## 2.2.1. Quantificação da vinha em Portugal Continental

Região	Vinha (ha)
Minho	30.000
Trás-os-Montes	10.000
Douro/Porto	46.000
Terras de Cister	2.100
Beira Atlântico	10.000
Terras do Dão	20.000
Terras da Beira	16.000
Lisboa	30000
Tejo	19.000
Península de Setúbal	10.000
Alentejo	23.500
Algarve	2.000
<b>Total</b>	<b>218.600</b>

Tabela 5 - Quantificação de hectares de vinha por região

As atividades relacionadas com a produção vinícola constituem um sector de importância relevante para Portugal, tanto pela sua influência significativa a nível económico e cultural, como também pelo seu impacto a nível ambiental. A tabela-5 descreve os hectares de vinha existentes em cada região demarcada do vinho.

### 2.2.1.1. Quantificação das podas da vinha

Apresentamos na tabela 6, uma estimativa aproximada da quantidade de resíduos agrícolas provenientes das podas da vinha. Chegamos a um valor de 1,75 toneladas por hectare de resíduos de poda e consideramos este valor médio sendo

menor ou maior conforme as castas produzidas nas respetivas regiões. Desta forma, o quadro seguinte indica uma estimativa da quantidade de podas existentes em cada região vitivinícola.

VINHA	Biomassa húmida c/40%	Biomassa queimada	Biomassa seca
Região	kg podas/ ano	50% de kg podas/ ano	50% de kg podas/ ano
<b>Minho</b>	52,500,000	26,250,000	15,750,000
<b>Trás-os-Montes</b>	17,500,000	8,750,000	5,250,000
<b>Douro/Porto</b>	80,500,000	40,250,000	24,150,000
<b>Terras de Cister</b>	3,675,000	1,837,500	1,102,500
<b>Beira Atlântico</b>	17,500,000	8,750,000	5,250,000
<b>Terras do Dão</b>	35,000,000	17,500,000	10,500,000
<b>Terras da Beira</b>	28,000,000	14,000,000	8,400,000
<b>Lisboa</b>	52,500,000	26,250,000	15,750,000
<b>Tejo</b>	33,250,000	16,625,000	9,975,000
<b>Península de Setúbal</b>	17,500,000	8,750,000	5,250,000
<b>Alentejo</b>	41,125,000	20,562,500	12,337,500
<b>Algarve</b>	3,500,000	1,750,000	1,050,000
<b>Total</b>	<b>382,550,000</b>	<b>191,275,000</b>	<b>114,765,000</b>

Tabela 6 - Quantidade de podas de vinha por região

### 2.2.1.2. Cálculo de CO<sub>2</sub> emitido pela queima das podas da vinha

Região	Biomassa seca kg podas/ ano	$C = \beta * M$ (kgC/ano)	$C_j = \epsilon J * \mu J * C$ (kgCO <sub>2</sub> /ano)
<b>Minho</b>	15,750,000	7,875,000	25,636,338.00
<b>Trás-os-Montes</b>	5,250,000	2,625,000	8,545,446.00
<b>Douro/Porto</b>	24,150,000	12,075,000	39,309,051.60
<b>Terras de Cister</b>	1,102,500	551,250	1,794,543.66
<b>Beira Atlântico</b>	5,250,000	2,625,000	8,545,446.00
<b>Terras do Dão</b>	10,500,000	5,250,000	17,090,892.00
<b>Terras da Beira</b>	8,400,000	4,200,000	13,672,713.60
<b>Lisboa</b>	15,750,000	7,875,000	25,636,338.00
<b>Tejo</b>	9,975,000	4,987,500	16,236,347.40
<b>Península de Setúbal</b>	5,250,000	2,625,000	8,545,446.00
<b>Alentejo</b>	12,337,500	6,168,750	20,081,798.10
<b>Algarve</b>	1,050,000	525,000	1,709,089.20
<b>Total</b>	<b>114,765,000</b>	<b>57,382,500</b>	<b>186,803,449.56</b>

Tabela 7- Emissões de CO<sub>2</sub> em kg/ano

Devemos agora analisar os valores apresentados nas tabelas 5, 6 e 7 e retirar destes as consequências necessárias para este estudo científico. Os valores totais da vinha em Portugal são cerca de 218 000 ha. Se consideramos que cada hectare de vinha pode originar anualmente cerca de 1,75 toneladas de resíduos de podas

concluimos que o país nesta atividade agrícola gera um total aproximado de 380.000 toneladas de resíduos/ano. Fizemos uma abordagem geral pelos diversos proprietários de vinha e podemos estimar que cerca de 50% destes resíduos são destruídos e depositados nas terras da vinha. Os outros 50% são normalmente queimados e quase sempre provenientes da vinha tradicional. Ora na tabela 7 que se segue, apresentamos o resultado de kg CO<sub>2</sub> que é enviado para atmosfera em virtude da queima de 50% das toneladas de resíduos de biomassa seca proveniente das podas da vinha. Podemos afirmar que **186 803 toneladas de CO<sub>2</sub>** é o valor aproximado de contaminação ambiental que provém de 114 765 toneladas de biomassa seca de videira, grande parte queimada em céu aberto ainda que alguma percentagem seja queimada em fornos ou lareiras residenciais dos trabalhadores da vinha. Este estudo científico pretende aferir a quantidade aproximada de biomassa residual das vinhas e o fim a que esta é destinada. Com isto não pretendemos fazer juízos de valor na forma como cada proprietário está a gerir a sua exploração, mas tão só alertar para a quantidade de biomassa agrícola que está a ser perdida e a causar impacto ambiental quer no ar quer no solo. O que aqui propomos é converter esta biomassa residual das vinhas em biocarvão através do processo de pirólise lenta, processo este amigo do ambiente, e em seguida introduzir o biocarvão (*biochar* é o nome internacional) nos solos das mesmas vinhas. A reestruturação dos solos agrícolas feita por este produto ecológico, o biocarvão, trará mais saúde e produção às plantas. O biocarvão, para além de ser sequestrador de CO<sub>2</sub>, contribuindo assim para a diminuição da quantidade de gases

com efeito de estufa (GEE), é um excelente potenciador de micorriza, um excelente retentor de água e nutrientes pelo seu poder de adsorção.

Vale a pena mudar a nossa atitude em relação à biomassa residual proveniente das podas da vinha. Se a recolhermos e a transformarmos em biocarvão contribuímos para a melhoria do ambiente, para a melhoria dos solos agrícolas e estamos a criar riqueza regional e nacional.



Figura 9 - Queima da biomassa agrícola residual

## 2.2.2. Quantificação de Olival em Portugal Continental

O olival e a indústria associada representam uma importante fonte de biomassa produzindo cada hectare de olival, cerca de 3 toneladas de resíduos de podas (AAE, 2013). A poda, efetuada obrigatoriamente para a produção do fruto, realiza-se com uma periodicidade bianual ou triannual sendo constituída por ramos e casca, em cerca 74,1%, e por folhas nos restantes 25,9% (Sodean, 2004).

Região	Olival (ha)
Algarve	8399
Alentejo	164078
Ribatejo e Oeste	25540
Beira Interior	47336
Beira Litoral	14341
Trás-os-Montes	75266
Entre Douro e Minho	881
<b>Total</b>	<b>335841</b>

Tabela 8- Distribuição de Olival por região

### 2.2.2.1. Quantificação das podas de Olival

Em virtude da periodicidade **trianual** das podas do olival vamos quantificar em primeiro lugar o valor total da biomassa produzida com a poda do olival no fim dos três anos. Se cada hectare de olival produz cerca de 3 toneladas de podas de biomassa e a área total nacional é de 335 842 ha, então de três em três anos o país produz cerca de 1 007 526 toneladas de biomassa. Como queremos calcular o valor anual de emissão de CO<sub>2</sub> proveniente da queima desta biomassa apresentamos o quadro com o **valor anual** das podas por região:

Região	Biomassa húmida c/ 40% kg podas/ ano	Biomassa seca kg podas/ ano
<b>Algarve</b>	8399000	5039400
<b>Alentejo</b>	164078000	98446800
<b>Ribatejo e Oeste</b>	25540000	15324000
<b>Beira Interior</b>	47336000	28401600
<b>Beira Litoral</b>	14341000	8604600
<b>Trás-os-Montes</b>	75266000	45159600
<b>Entre Douro e Minho</b>	881000	528600
<b>Total</b>	<b>335841000</b>	<b>201504600</b>

Tabela 9- Distribuição de podas de olival por região

### 2.2.2.2. Cálculo de CO<sub>2</sub> emitido pela queima de podas de Olival

Região	Biomassa húmida c/ 40% (kg podas/ ano)	Biomassa seca (kg podas/ ano)	$C=\beta*M$ (kgC/ano)	$C_j=\epsilon J*\mu J*C$ (kgCO <sub>2</sub> /ano)
Algarve	8399000	5039400	2,519,700	8,202,651.54
Alentejo	164078000	98446800	49,223,400	160,242,250.15
Ribatejo e Oeste	25540000	15324000	7,662,000	24,942,936.10
Beira Interior	47336000	28401600	14,200,800	46,229,397.93
Beira Litoral	14341000	8604600	4,302,300	14,005,741.84
Trás-os-Montes	75266000	45159600	22,579,800	73,506,461.56
Entre Douro e Minho	881000	528600	264,300	860,404.33
<b>Total</b>	<b>335841000</b>	<b>201504600</b>	<b>100,752,300</b>	<b>327,989,843.44</b>

Tabela 10 - Emissões de CO<sub>2</sub> em kg/ano

Renovamos aqui o mesmo comentário que fizemos para os resíduos de podas da vinha. Pensamos que grande parte desta biomassa é queimada em céu aberto tendo como consequência os milhões de kg de CO<sub>2</sub> que são lançados na atmosfera e contribuirão para o efeito de estufa.

## CONCLUSÃO

No final deste trabalho gostaríamos de nos fixar nas questões tratadas salientando o que nos parece de mais relevo:

- As alterações climáticas verificadas até ao presente não deixam dúvidas a toda a gente que devem-se às atividades humanas exercidas sobre a natureza que provocam atualmente um aumento significativo na emissão de gases com efeito de estufa (GEE). Disto nos dá conta a comunidade científica e as preocupações dos governos do mundo com particular relevo para os governos da comunidade europeia que incentivam os seus membros a reduzir o consumo de combustíveis fósseis e a procurar nas energias renováveis a alternativa àqueles.
- Analisado os dados do nosso estudo concluímos que a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera provocado pelos incêndios florestais são valores preocupantes tendo em conta que em média anualmente são emitidas cerca de 818 650 toneladas de CO<sub>2</sub>, que podem ser evitados se o investimento público e privado incidirem sobretudo na prevenção e não tanto nos meios de apagar incêndios, conforme se pode constatar pelas decisões últimas do Ministério da Administração Interna.
- Quantificamos neste trabalho os valores de resíduos provenientes da poda da vinha e da poda do olival. Verificamos que anualmente a queima destes resíduos de biomassa contribui com uma contaminação atmosférica de CO<sub>2</sub> de cerca de 514 700 toneladas/ano considerando a queima de 50% da poda da

vinha com um valor de contaminação de cerca de 186 800 ton de CO<sub>2</sub> e a queima da poda de olival com um valor de contaminação de cerca de 327 900 ton de CO<sub>2</sub>.

- Podemos agora afirmar que se recolhermos o total de biomassa vegetal proveniente das podas da vinha e do olival teremos um total bruto de 718 391 toneladas de biomassa com cerca de 40 % de humidade. Considerada em matéria seca, esta biomassa seria de cerca de 431 030 Ton que ao ser transformada em biocarvão pelo processo de Pirólise lenta nos daria um valor final estimado em 233 000 Ton de biocarvão. Isto significa que estamos a tornar um desperdício agrícola num produto de mais-valia para ser utilizado como reestruturador dos solos agrícolas. E neste caso concreto estamos a contribuir para sequestrar no Biocarvão cerca de 701 500 ton de CO<sub>2</sub>. O balanço é extremamente positivo para o ambiente: antes pela queima das podas emitia-se para a atmosfera cerca de 514 700 Ton de CO<sub>2</sub>; agora sequestra-se cerca de 701 500 ton de CO<sub>2</sub> que, assim, deixam de contaminar o ambiente.
- Finalmente, pensamos que este estudo é apenas o início de um processo de interação entre os agentes da atividade agrícola e esta indústria de transformação de biomassa em biocarvão. Neste caso, a Ibero Massa Florestal, através da sua unidade pirolítica poderá transformar resíduos agrícolas e devolver à agricultura sob a forma de um produto reestruturador dos solos, o biocarvão, contribuindo para a melhoria do ambiente, a melhoria da produção e o aumento de riqueza do país.

## BIBLIOGRAFIA

DUARTE, Márcio (2011) “Emissões de compostos carbonosos pela queima doméstica de biomassa”, Universidade de Aveiro

FERREIRA, Marta (2012) “Consumo doméstico de biomassa lenhosa e emissões atmosféricas na cidade de Bragança”, Instituto Politécnico de Bragança

MARTINS, Vânia (2012) “Emissões de carbono particulado durante a queima doméstica de biomassa”, Universidade de Aveiro

NUNES, Luís (2004) “Emissões atmosféricas dos fogos florestais de 2003 – quantificação e impactes”, Palestra Incêndios Florestais: Problema ambiental e social, Universidade do Algarve

MARTINS, Vera (2007) “Impacto dos incêndios florestais na qualidade do ar”, Universidade de Aveiro

PEDRO, Nuno (2013) “Avaliação do potencial de produção de etanol de 2ª geração a partir dos resíduos das podas do olival”, Universidade da Beira Interior

FREITAS, Manuel (2007) “Avaliação do potencial energético dos resíduos sólidos dos lagares do Alentejo”, Universidade Técnica de Lisboa

NARAYAN, Caroline et al. (2007) “Potential for CO<sub>2</sub> emissions mitigation in Europe through prescribed burning in the context of the Kyoto Protocol”, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

BORREGO, Carlos et al. (2009) “Alterações climáticas: uma realidade transformada em desafio”, Disponível em <http://www.europe-direct-aveiro.aeva.eu/debatereuropa/>

Alves, C., Vicente, A, Monteiro, C., Gonçalves, C., Evtugina M., Pio, C. (2011<sup>a</sup>). Emission of trace gases and organic components in smoke particles from a wildfire in a mixed- evergreen forest in Portugal. *Science of the Total Environment* 409, 1466–1475

Alves, C., Vicente, A., Nunes, T., Gonçalves, C., Fernandes, A.P., Mirante, F., Tarelho, L., Sanchez de La Campa, A., Querol, X., Caseiro, A., Monteiro, C., Evtugina, M., Pio, C. (2011<sup>b</sup>). Summer 2009 wildfires in Portugal: emission of trace gases and aerosol. *Atmospheric Environment* 45, 641-649

CE (2008). Comissão Europeia, Promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, COM (2008) 30.

Demirbas A. (2004). Combustion characteristics of different biomass fuels, *Progress in Energy and Combustion Science*, 30: 219-230.

Fine, P.M., Cass, G.R., Simoneit, B.R.T., (2004) —Chemical characterization of fine particle emissions from the wood stove combustion of prevalent United States tree species . *Environ. Eng. Sci.* 21, 705-721.

Gonçalves, C., Alves, C. and Pio, C., (2011), —Inventory of particulate organic compound emissions from residential wood combustion in Portugal. Atmospheric Environment. (submitted for publication)

Hedberg, E.; Kristensson, A.; Ohlsson, M.; Johansson, C.; Johansson, P.-Å.; Swietlicki, E.; Vesely, V.; Wideqvist, U. e Westerholm, R. (2002). “Chemical and physical characterization of emissions from birch wood combustion in a wood stove”. Atmospheric Environment, 36(30), 4823-4837. doi:10.1016/s1352-2310(02)00417-x.

IPCC (1996<sup>a</sup>): Climate Change 1995, The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment of the IPCC. Eds. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell, Cambridge University Press, Reino Unido.

Johansson, L. S. e Leckner, B. (2004). “Emission characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets.” Atmospheric Environment 38(25): 4183-4195. Agblevor, F.A., Besler, S., Wiselogel, A.E. (1995). Fast Pyrolysis of Biomass Feedstocks, Energy and Fuels, 9: 635-640.

Karanasiou, A.; Diapouli, E.; Viana, M.; Alastuey, A.; Querol, X.; Reche, C. e Eleftheriadis, K. (2010). “On the quantification of atmospheric carbonate carbon by thermal/optical analysis protocols”. Atmos. Meas. Tech. Discuss., 3, 5375-5409. doi:10.5194/amtd-3-5375-2010.

Koppmann, R.; Czapiewski, K. v. e Reid, J. S. (2005). “A review of biomass burning emissions, part I: gaseous emissions of carbon monoxide, methane, volatile organic compounds, and nitrogen containing compounds”. Atmos. Chem. Phys. Discuss., 5, 10455-10516.

Hodzic, A., Madronich, S., Bohn, B., Massie, S., Menut, L. e Wiedinmyer, C. (2007): Wildfire particulate matter in Europe during summer 2003: meso-scale modelig fo smoke emissions, transport and radiative effects. Atmos. Chem.Phys. Discuss., 7,4705-4760.

Levine, J.S. (1999): Gaseous and Particulate Emissions Released to the Atmosphere From Vegetation Fires. In: Health Guidelines for Vegetation Fire Events - Background Papers. Kee-Tai-Goh, Schwela D., Goldammer J.G. and Simpson O. (Eds): United Nations Environment Programme, Nairobi, World Health Organization, Geneva, World Meteorological Organization, Geneva, Institute of Environmental Epidemiology, WHO Collaborating Centre for Environmental Epidemiology, Ministry of the Environment, Singapore. pp 280-294.

Levine, J., Cofer, W., Cahoon, D. e Winstead, E. (1995): Biomass Burning: A Driver for Global Change, Environmental Science and Technology, 29, 3, pp. 120<sup>a</sup>-125<sup>a</sup>.

Levine, J., Cofer, W., Sebacher, D., Winstead, E., Riggan, P., Stocks, B., Brass, J., Ambrosia, V. e Boston, P. (1989): Trace gas emissions from chaparral and boreal forest fires; Journal of Geophysical Research, Vol. 94, No. D2, Feb. 20.

Martins, H., Carvalho, A., Miranda A.I., Salmim, L. e Sousa, M. (2004): Incêndios florestais periurbanos e qualidade do ar. In 8<sup>a</sup> Conferência Nacional de Ambiente, 27-29 Outubro 2004, Lisboa, Portugal. Actas da 8<sup>a</sup> Conferência Nacional de Ambiente, pp. 408-409.

Miranda, A.I., Ferreira, J., Valente, J., Santos, P., Amorim, J.H. e Borrego, C. (2005<sup>a</sup>): Smoke measurements during Gestosa-2002 experimental field fires. *International Journal of Wildland Fire*. Vol. 14, nº(1), p. 107–116.

Miranda, A.I., Monteiro, A., Martins, V., Carvalho, A. e Borrego C. (2007): Os Incêndios Florestais e a Qualidade do Ar. 9<sup>a</sup> Conferência Nacional de Ambiente. 18-20 Abril 2007, Aveiro, Portugal, pp. 855-861.

Miranda, A.I., Ferreira, J., Valente, J., Santos, P., Amorim, J.H. e Borrego, C. (2005<sup>a</sup>): Smoke measurements during Gestosa-2002 experimental field fires. *International Journal of Wildland Fire*. Vol. 14, nº(1), p. 107–116.

Madeira, J. P. R. (2011). “Formação e emissão de partículas numa caldeira doméstica alimentada a pellets”. Tese de Mestrado. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Marland, G., Boden, T.A., Andres, R. J., Brenkert, A. L., Johnston C. A. (2007). Global, regional and national CO2 emissions. In *trends: A compendium of data on global change*. CDIAC U.S.A.

McDonald, J.D., B. Zielinska, E.M., Fujita, J.C., Sagebiel, J.C., Chow, J.G., Watson, (2000), Fine particle and gaseous emission rates from residential wood combustion, *Environmental Science and Technology* 34, 2080–2091

Peixoto, J. (1981). *A radiação solar e o ambiente*. Secretaria de Estado do Ordenamento e Ambiente. Comissão Nacional do Ambiente, Lisboa.

Puxbaum, H., Caseiro, A., Sánchez-Ochoa, A., Clayes, Gelencsér, M., Legrand, A. M., Preunkert S., Pio, C., (2007). *J. Geophys. Res.* 112, D23S05

Reid, J.S., Eck, T.F., Christopher, S.A., Koppmann, R., Dubovik, O., Eleuterio, D.P., Holben, B.N., Reid, E.A., Zhang, J., (2005b). A review of biomass burning emissions, Part III: Intensive optical properties of biomass burning particles. *Atmos. Chem. Phys.* 5, 827–849

UNEP/IUC (1997). *Climate Change Information Kit*. Edited by Michael Williams. United Nations Environmental Programme’s Information Unit for Conventions, Geneva.

Santos, F.D., Forbes, K. and Moita, R. (2002). *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – SIAM Project*, Gradiva, Lisboa, Portugal, 454 pp.

Schmidl, C., Marr, I.L., Caseiro, A., Kotianová, P., Berner, A., Bauer, H., Kasper Giebl, A., Puxbaum, H., (2008<sup>a</sup>). Chemical characterization of fine particle emissions from wood stove combustion of common woods growing in mid-European Alpine regions. *Atmospheric Environment* 42, 126 - 141.

Silva, D. F. R; —Efeito do envelhecimento da biomassa sobre as características do biocombustível —, Tese de Mestrado 2009, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.

Simeoni, A., Andre, J., Caligine, D., Cuinas, P., Dupuy, J. L., Fernandes, P., Larini, M., Miranda, A.I., Morvan, D., Pinol, J. e Sero-Guillaume, O. (2006): *Behaviour Modelling of Wildland Fires*:

Final version of the State of the Art. Deliverable D-03-09 of EUFIRELAB Project (EVR1-CT- 2002-40028).

Simoneit, B. R. T. (2002). "Biomass burning — a review of organic tracers for smoke from incomplete combustion". *Applied Geochemistry*, 17(3), 129-162. doi:10.1016/s0883-2927(01)00061-0.

Stern, A. (1977). *Air pollution: the effects of air pollution*, Vol II. 3 rd edition. United Kingdom: Academic Press, Inc.

Tissari, J.; Hytönen, K.; Lyyränen, J. e Jokiniemi, J. (2007). "A novel field measurement method for determining fine particle and gas emissions from residential wood combustion". *Atmospheric Environment*, 41(37), 8330-8344. doi:10.1016/j.atmosenv.2007.06.018.

Yokelson, R.J., Crouse, J.D., DeCarlo, P.F., Karl, T., Urbanski, S., Atlas, E., Campos, T., Shinozuka, Y., Kapustin, V., Clarke, A.D., Weinheimer, A., Knapp, D.J., Montzka, D.D., Holloway, J., Weibring, P., Flocke, F., Zheng, W., Toohey, D., Wennberg, P.O., Wiedinmyer, C., Mauldin, L., Fried, A., Richter, D., Walega, J., Jimenez, J.L., Adachi, K., Buseck, P.R., Hall, S.R., Shetter, R., (2009), Emissions from biomass burning in the Yucatan. *Atmospheric Chemistry and Physics* 9, 5785e5812.

Van Wagner, C.E. (1987). *Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System*. Canadian Forest Service, Forestry Technical Report 35, Ottawa, Canada.

Wardoyo, A. Y. P. (2007). "Biomass burning: particle emissions, characteristics, and airborne measurements". Thesis for the degree of doctorate, Queensland University of Technology, School of Physical and Chemical Sciences.

Zhang, J., Smith, K.R., Ma, Y., Ye, S., Jiang, F., Qi W., Liu, P., Khalil, M.A.K., Rsmussen, R.A., Thorneloe S.A., (2000). *Atmos. Environ.* 34, 4537-4549

Palestra Incêndios florestais: um problema ambiental e Social- Universidade do Algarve

[www.siam.fc.ul.pt/HOME.html](http://www.siam.fc.ul.pt/HOME.html)

<http://geographicae.wordpress.com>

<http://unfccc.int>

<http://www.apambiente.pt>

<http://www.marshall.org/pdf/materials/340.pdf>

<http://www.ipcc.ch/>

[http://joseba.mpch-mainz.mpg.de/pdf\\_dateien/esa\\_salzburg\\_wagner\\_04.pdf](http://joseba.mpch-mainz.mpg.de/pdf_dateien/esa_salzburg_wagner_04.pdf)

<http://earthobservatory.nasa.gov>



<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/documentacion/informes-y-estudios/la-biomasa-en-andalucia>

[http://www.madrimasd.org/citme/Biblioteca/EnergiasRenovables/Downloads\\_GetFile.aspx?id=5475](http://www.madrimasd.org/citme/Biblioteca/EnergiasRenovables/Downloads_GetFile.aspx?id=5475).

[www.icnf.pt/portal/florestas/ifn](http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn)

[www.infovini.com](http://www.infovini.com)

[www.vinhoverde.pt/](http://www.vinhoverde.pt/)

[www.cvrbi.pt](http://www.cvrbi.pt)