

# RELATÓRIO DE PROJETO

Licenciatura em Energia e Ambiente

Pedro Aléxis Rodrigues Vieira  
José Miguel Saraiva de Almeida

dezembro | 2013



**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**

Instituto Politécnico da Guarda

---

**Impactes Ambientais da Agricultura:**  
Agricultura Convencional  
*versus*  
Agricultura Biológica

Pedro Aléxis Rodrigues Vieira  
José Miguel Saraiva de Almeida

**Projeto Ambiental**

2013



# **Impactes Ambientais da Agricultura:**

Agricultura Convencional

*versus*

Agricultura Biológica

Este trabalho é elaborado no âmbito  
da disciplina de Projeto Ambiental,  
do curso de Engenharia do Ambiente.

Orientador:  
Professor Doutor Pedro Rodrigues

Outubro 2013

## Agradecimentos

Desde o início da nossa caminhada, contamos com o apoio incondicional e a confiança dos que nos rodeiam, bem como dos professores que nos orientaram até ao ponto em que estamos. Por essa razão, desejamos expressar os nossos sinceros agradecimentos.

Ao Professor Doutor Pedro Rodrigues agradecemos o apoio, a partilha do saber e as valiosas contribuições para o trabalho. Acima de tudo estamos agradecidos por nos ter acompanhado nesta jornada e por ter estimulado o nosso interesse pelo conhecimento científico, pelos preciosos conselhos e encorajamento.

Para o corpo docente do curso vai o nosso bem-haja pela disponibilidade demonstrada e pela competência científica.

Às nossas famílias que mostraram paciência e nos deram apoio constante e a quem devemos o que somos...

E, *last but not the least*, o nosso agradecimento aos colegas de curso que nos demonstraram amizade e solidariedade nos momentos adequados.

# Índice

Resumo .....	1
Abstract.....	2
1 – Introdução.....	3
1.1 - A industrialização da agricultura.....	7
1.2 – Princípios da agricultura biológica .....	9
1.3 – Organização do trabalho .....	11
2. Água e Agricultura .....	15
2.1 – Irrigação .....	21
2.2 – Contaminação .....	26
2.2.1 – Contaminação por sedimentos .....	27
2.2.2 – Contaminação por agroquímicos.....	29
2.2.2.3 – Eutrofização .....	34
2.3 – Práticas contra a contaminação das águas por fertilizantes .....	37
2.3.1 – Fertilizantes minerais .....	37
2.3.2 – Fertilizantes orgânicos.....	38
3 - Solo e Agricultura .....	39
3.1 – Desertificação .....	43
3.2 – Salinização .....	46
3.3 – Contaminação dos solos.....	47
3.3.1 - Contaminação por metais pesados .....	48
3.3.2 – Contaminação por pesticidas.....	50
3.4 – Medidas de mitigação .....	53
3.4.1 – Mitigação da contaminação.....	53
3.4.2 – Práticas de conservação da qualidade do solo, nas terras cultiváveis .....	54
3.4.3 – Medidas contra a erosão hídrica.....	55
3.5 – Projetos contra a desertificação do solo.....	59
3.5.1 - O <i>Green Belt Movement</i> , um caso de sucesso na luta contra a desertificação .....	59
3.6 - Medidas integradas, de proteção do solo (UE) .....	62
4 – Energia e Agricultura.....	66
4.1 – Comparação entre sistemas biológicos e convencionais .....	69
4.2 – Biocombustíveis.....	77

4.2.1 – Os tipos de Biocombustíveis .....	78
4.2.2 – Os Biocombustíveis e a Agricultura.....	81
4.2.3 – Políticas e objetivos dos Biocombustíveis .....	82
5 - Alterações Climáticas e Agricultura .....	83
5.1 - Emissões de gases de efeito de estufa .....	86
5.1.1 – Dióxido de Carbono - CO <sub>2</sub> .....	86
5.1.2 – Óxido Nitroso - N <sub>2</sub> O .....	88
5.1.3 – Metano - CH <sub>4</sub> .....	89
5.2 – Medidas e práticas biológicas .....	90
5.2.1 – Dióxido de Carbono - CO <sub>2</sub> .....	90
5.2.2 – Óxido Nitroso - N <sub>2</sub> O .....	91
5.2.2 – Metano - CH <sub>4</sub> .....	91
5.3 – Novo clima, novo mapa agrícola .....	92
6 – Biodiversidade e Agricultura.....	94
6.1 – A diversidade de sementes.....	101
6.2 – Organismos Geneticamente Modificados (OGM).....	104
6.2.1 – O conflito.....	106
6.2.2 - Os transgénicos, na UE e em Portugal.....	110
Conclusão .....	111
Bibliografia.....	114
Anexo .....	120

# Índice de figuras

Figura 1 - Localização geográfica do Cubango e o seu delta	
Fonte: wilderness safaris/the future of okawango.....	14
Figura 2 - O Crescente Fértil – Fonte: infoescola.....	15
Figura 3 – Distribuição global e da água doce no mundo – Fonte: Bio 12.....	16
Figura 4 - Comparação e evolução da extração/consumo de água por setores	
Fonte: UNEP.....	17
Figura 5 - Volume utilizado, por atividade, em Portugal (percentagem)	
Fonte: INAG.....	18
Figura 6 - Volume desperdiçado no setor agrícola, em Portugal – Fonte: INAG.....	18
Figura 7 - Proporção de área agrícola irrigada, nos diferentes países – Fonte: FAO.....	19
Figura 8 - Recuo da água, no mar de Aral – Fonte: Universidade de Columbia.....	22
Figura 9 - Poluição no rio Yagtsé, China - Fonte: lordfarmer.....	25
Figura 10 - Assoreamento nos recifes de coral - Fonte: ocean.si.edu.....	26
Figura 11 – Localização geográfica da ZVT	
Fonte: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos.....	30
Figura 12 - Localização da ZVT, nos aluviões do Tejo	
Fonte: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos/ LNEG.....	31
Figura 13 - Lagoa eutrofizada, nos Açores – Fonte: ilha das flores.....	34
Figura 14 - A degradação do solo, nas diferentes regiões do mundo – Fonte: UNEP...	39
Figura 15 - O risco de desertificação induzida pelo Homem – Fonte: USDA.....	41
Figura 16 - A salinização e sodificação, na UE – Fonte: UE.....	44
Figura 17 - Percentagem de utilização, por área, de cada prática de conservação do solo, nos EUA - Fonte: US EPA.....	52
Figura 18 - Wangari Maathai – Fonte: bbc.....	59
Figura 19 - Evolução da concentração global de CO <sub>2</sub> – Fonte: UE.....	85
Figura 20 - Evolução da concentração de N <sub>2</sub> O – Fonte: UE.....	86
Figura 21 - Evolução da concentração de CH <sub>4</sub> – Fonte: UE.....	87

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Os 12 POP's e o seu tempo de persistência no ambiente	
	Fonte: ICCA .....49
Tabela 2 – Proteção do solo e normas biológicas – Fonte: SoCo – EU.....	63
Tabela 3 –Inputs e outputs energéticos do sistema biológico.....	69
Tabela 4 - Inputs e outputs energéticos do sistema convencional.....	71
Tabela 5 - Fontes de energia.....	73
Tabela 6 – Relação custo/benefício.....	74



## Lista dos acrónimos

BBC – British Broadcasting Corporation  
BT – Bacillus thuringiensis  
DDD – Dicloro-Difenil-Dicloroetano  
DDE – Dicloro-Difenil-Dicloroetileno  
DDT – Dicloro-Difenil-Tricloroetano  
EFSA – European Food Safety Authority  
ETAs – Estações de Tratamento de Água  
EUA – Estados Unidos da América  
FAO – Food and Agriculture Organization  
GAEC – Good Agricultural and Environmental Conditions  
GBM – Green Belt Movement  
GtC – Gigatoneladas de Carbono  
h – equivalente energético  
ha – hectare  
HCB – hexaclorobenzeno  
ICCA – Internacional Council of Chemical Associations  
IEA – International Energy Agency  
IFOAM – International Foundation for Organic Agriculture  
INAG – Instituto da Água  
IUCN – International Union for Conservation of Nature  
kg – Quilograma  
LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia  
NO<sub>x</sub> – Óxidos de Azoto  
NRCS – Natural Resources Conservation Service (United States)  
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico  
OGM – Organismo Geneticamente Modificado  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
ONG – Organização Não-Governamental  
ONU – Organização das Nações Unidas  
ppb – partes por bilião  
ppm – partes por milhão  
SoCo – Sustainable Agriculture and Soil Conservation  
SO<sub>x</sub> – Óxidos de Enxofre  
UE – União Europeia  
UNCCD – United Nations Convention to Combat Desertification  
UNEP – United Nations Environment Programme  
USDA – United States Department of Agriculture  
USEPA – United States Environmental Protection Agency  
UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
WBCSD – World Business Council for Sustainable Development  
WFP – World Food Programme

## Resumo

A agricultura é, desde os tempos remotos, uma das atividades basilares da Humanidade. As práticas agrícolas foram evoluindo, sendo tão diversificadas como as comunidades que as aplicam. Desde as sementes utilizadas ao modo de trabalhar a terra as modificações foram constantes, sempre no sentido de melhorar a quantidade e a qualidade dos alimentos.

No entanto, devido ao aumento da população e à vontade de maximizar os lucros houve necessidade de aumentar a produção. Este aumento entrou numa espiral de crescimento tal que originou a degradação do meio ambiente, pois a utilização de agroquímicos e outras práticas de exploração intensiva do solo foram amplamente disseminadas, pondo em evidência a fragilidade do equilíbrio ambiental.

Os principais impactes ambientais negativos, que são explanados neste trabalho, revelam a necessidade de alteração do modelo agroalimentar, sob pena de colocar em causa o abastecimento alimentar das futuras gerações e a preservação de muitas espécies da fauna e da flora.

Embora existam alternativas ao modelo convencional, como a agricultura biológica, a resistência à mudança por parte dos agentes, como a classe política e dos agricultores, poderá colocar em perigo as condições propícias ao desenvolvimento da sociedade e à sobrevivência de várias espécies, cujos habitats são, diariamente, destruídos ou contaminados.

**Palavras-chave:** Agricultura, impactes ambientais, água, solo, energia, alterações climáticas, biodiversidade.

## **Abstract**

Agriculture is, since ancient times, one of humanity's basic activities. Agricultural practices have evolved, being as diverse as the communities that apply. Since the seeds used to how to work the land changes were constant, always to improve the quantity and quality of food.

However, due to population growth and the desire to maximize profits it was necessary to increase the production. This increase has entered a spiral of growth such that originated the degradation of the environment, because the use of agrochemicals and other intensive exploitative practices on the soil were widely disseminated, highlighting the fragile environmental balance.

The main negative environmental impacts, which are explained in this paper, reveals the need for change in the agri-food model, under penalty of jeopardizing the food supply of future generations and the preservation of many species of fauna and flora.

Although there are alternatives to the conventional model, such as organic farming, resistance to change on the part of agents, such as politicians and farmers, could endanger the conditions conducive to the development of society and the survival of several species whose habitats are daily, destroyed or contaminated.

**Keywords:** Agriculture, environmental, water, land, energy, climate change, biodiversity.

# 1 – Introdução

No âmbito da Unidade Curricular de Projeto Ambiental da licenciatura em Engenharia do Ambiente, foi-nos solicitado a realização de um trabalho de pesquisa. A vontade de conhecer e refletir na forma de como as práticas agrícolas afetam os ecossistemas e a sua biodiversidade, e também, a forma de como se conectam com os ideais de sustentabilidade, impulsionou a escolha deste tema.

De facto, nos últimos anos, a ação do ser Humano provocou mais alterações na Terra e nos seus ecossistemas, do que em qualquer outro período comparável da história. Os efeitos mais óbvios encontram-se na terra, onde mais de 80% do solo apresenta marcas da ação humana (National Geographic, 2008a). As alterações antropogénicas remontam aos primórdios da agricultura, há mais de 10.000 anos, e as necessidades alimentares continuam a ser determinantes para o impacto na superfície terrestre (National Geographic, 2008a).

A necessidade de mais e melhores alimentos é constante não apenas porque a população mundial está a aumentar, mas também porque as exigências de alimento nas sociedades mais modernas é maior. Nos próximos 40 anos, o desafio será produzir alimentos suficientes para satisfazer as necessidades de mais dois mil milhões de pessoas, conservando e reforçando a base de recursos naturais (FAO, 2007).

Seremos capazes de alcançar um equilíbrio entre produção e poluição? Para alguns, a resposta está num maior recurso à tecnologia, incluindo a utilização de engenharia genética na prevenção de pragas e doenças. Outros porém, viram-se para a agricultura biológica e novas metodologias de produção, que aposta no cruzamento de método tradicionais com novos dados científicos, com vista à produção de alimentos sem fertilizantes ou pesticidas químicos, nem o uso de engenharia genética (National Geographic, 2008a).

Nenhuma das alternativas será a aposta certa, ou definitiva, pois o mundo está em constante mudança. São reportadas, com regularidade, descobertas de novas estratégias e tecnologias, que prometem elevar a produção e mitigar os efeitos nefastos da agricultura, nos ecossistemas, mas a probabilidade de ser publicidade enganosa, deixa na dúvida a comunidade de agricultores.

No espaço de poucas gerações, aprendeu-se a produzir alimentos em quantidades sem precedentes. Muitos especialistas acreditam que, pela primeira vez na história, poder-se-á pôr cobro à fome e à subnutrição. O maior desafio reside em descobrir

modos de alimentar o mundo sem deteriorar a terra, o ecossistema e os recursos hídricos de que toda a vida depende, em última análise. (National Geographic, 2008a)

O potencial da agricultura para fornecer níveis elevados de serviços ambientais, incluindo a mitigação das alterações climáticas, a gestão responsável das bacias hidrográficas e a preservação da biodiversidade, conjugado com o aumento da produção de alimentos, aumentará no futuro, mas, para isso, terão de existir maiores incentivos financeiros para a investigação e implementação de técnicas inovadoras, bem como a proliferação da informação para agricultores e consumidores, para que estes adotem uma atitude que vá de acordo com as necessidades ambientais.

Todavia o aumento em quase 170% da produção mundial de alimentos nas últimas quatro décadas teve elevados impactes ambientais (National Geographic, 2008a), nomeadamente:

- Degradação da qualidade de muitos solos agrícolas;
- Degradação da qualidade da água;
- Consumo energético exorbitante, que aumenta a carga sobre os recursos energéticos não renováveis
- Emissões de poluentes, para a atmosfera, entre eles, gases de efeito de estufa; e
- Perdas incalculáveis de biodiversidade.

Embora, as diferentes necessidades, entre regiões geográficas, sejam facilmente identificáveis, pois nos países desenvolvidos a demanda é por uma agricultura mais limpa e nos países menos desenvolvidos há urgência em aumentar a produtividade (National Geographic, 2008a), é, em ambos os casos, indispensável que se assegure a preservação das condições propícias ao desenvolvimento de um sistema agrícola limpo e produtivo, em tempo útil, pois esta degradação poderá colocar em causa a produtividade do solo, despoletando ou agravando as carências alimentares de uma dada região. A falta de segurança e a soberania alimentar, de vastas regiões do globo, é uma das grandes questões dos nossos tempos, sendo que se poderá agravar, num futuro próximo.

Apesar das diferenças tradicionais e dos recursos próprios de cada região, o modelo agroalimentar que é imposto, principalmente, nos países industrializados, caracteriza-se por uma inversão, nos padrões de produção e de consumo: com grande necessidade de matérias-primas agrícolas, como pesticidas e fertilizantes químicos, facultados por uma poderosa indústria agroalimentar, que propõe, cada vez mais,

alimentos transformados e aditivados, sendo que a oferta, não está mais dependente da época do ano e da origem geográfica, provocando uma alteração profunda dos hábitos alimentares, caracterizada por:

- Alteração da fonte de proteínas, resultado da diminuição do consumo de cereais e legumes e aumento do consumo de carne e produtos lácteos;
- Aumento do consumo de matérias gordas e de hidratos de carbono; e
- Refinação de vários produtos, tais como cereais, óleos e açúcares, retirando-lhes boa parte dos constituintes úteis, como vitaminas, minerais e fibras.

A tentativa de reprodução deste modelo agrícola e alimentar, pelos países emergentes, esbarra com a insuficiência de superfície cultivável e também, com o elevado consumo de energia associado a este modelo alimentar está o aparecimento de patologias, como cancro, doenças cardiovasculares e diabetes, causadas por uma alimentação inadequada, o que revela que o modelo de alimentação em vigor não deverá ser adotado pelos países em desenvolvimento.

Ainda assim, os lóbis agroalimentares tentam a todo o custo incorporar e explorar esses mercados emergentes (*Le Monde Diplomatique*, 2008).

No entanto, existe ainda quem defenda o património alimentar regional. Os agricultores biológicos redescobriram uma forma de produção que contraria a tendência dos países ricos, num sistema que segue princípios, muito particulares que se forem devidamente divulgados e amplamente implementados, poderão mudar significativamente o modo como a espécie humana se alimenta, bem como a sua relação com a natureza. Estes princípios encontram-se, posteriormente, expostos.

Não se tratará de regressar à agricultura e alimentação dos nossos antepassados, mas antes associar as técnicas agrícolas tradicionais com os conhecimentos proporcionados pela ciência moderna, de modo a permitir que a denominada agricultura biológica represente, simultaneamente uma aposta produtiva e sustentável.

Nos últimos anos, a sustentabilidade tende a ser uma preocupação crescente na prossecução dos desígnios da sociedade. Inúmeros protocolos e convenções, têm sido elaborados com intuito de colocar um ponto final na degradação constante das condições ambientais, propícias ao desenvolvimento saudável do ser humano, dos ecossistemas e da sua biodiversidade. Ainda assim, esta não será, apenas, uma questão política discutida entre instâncias governamentais, intergovernamentais e não-governamentais. Pelo contrário, os princípios do desenvolvimento sustentável deverá

ser uma questão de opção individual e familiar, sendo que a sua adoção pelas pequenas comunidades locais, poderá ser o caminho, que permitirá alcançar a simbiose, com o meio natural, que tem faltado à sociedade moderna.

A agricultura biológica não se limita às produções certificadas, mas a todos os sistemas produtivos que utilizam os processos naturais, em contraposição ao uso de produtos químicos sintéticos para aumentar as colheitas, degradando o ambiente (IFOAM, 2006)

A grande maioria das atividades agrícolas convencionais, vastamente implementadas, tem um impacto ambiental significativo, sendo que este deverá ser mitigado, com recurso a medidas que se encontram, hoje em dia, disponíveis. O alcance das atividades de transformação da terra, é vasto e o seu caráter, positivo ou negativo, depende das opções que se tomam. Ou seja, a liberdade de que o ser humano dispõe, para ter uma conduta ambiental responsável, é, efetivamente, uma opção individual. Esta opção irá, em maior ou menor escala, afetar outros seres vivos, pois quando puxamos um elemento isolado da natureza, acabamos por descobrir que ele está agarrado ao resto do mundo (Muir, 1911).

Porque somos a causa dos nossos problemas ambientais, somos os únicos com controlo sobre eles e temos possibilidade de optar entre a sua continuidade ou a sua resolução (Diamond, 2005).

O desenvolvimento sustentável na agricultura é definido como sendo a gestão e a conservação da base de recursos naturais e a orientação da mudança tecnológica e institucional de forma a garantir a satisfação e realização contínua das necessidades humanas, nas gerações presentes e futuras. Tal desenvolvimento envolve a preservação dos elementos da natureza, como a terra, a água e a atmosfera, bem como dos recursos genéticos, de plantas e animais. Com esse objetivo, os agentes da agricultura, como decisores políticos ou agricultores, devem munir-se de conhecimento científico fiável e técnicas apropriadas para alcançar os objetivos conservacionistas, de uma forma economicamente viável e socialmente aceitável (FAO, 2002).

O desenvolvimento sustentável na agricultura terá que estar ligado com a produtividade, pois o agravamento das carências nutricionais, não será de toda uma saída para os problemas ambientais. Mas ainda assim, nos últimos anos, o aumento da produção alimentar tem sido, impreterivelmente, a escolha feita pela sociedade, apesar dos nobres ideias de sustentabilidade, que têm sido debatidos. A produtividade, por

unidade de área cultivada, é a medida da eficiência e sua manutenção no tempo, a medida da sustentabilidade (Sampaio *et al.*,2005).

A contestação gerada pelo modelo económico de aumento constante da produção, não se deve ao fato de se preferir o incremento da disponibilidade de bens alimentares. A problemática da questão é que, a grande indústria agroalimentar parece não ter preocupação com o fornecimento global de alimentos, se daí, não retirar os lucros subsequentes e os danos que a produção poderá infringir no ambiente parecem ser menosprezados, como é o exemplo da integração de organismos geneticamente modificados, em fase de teste, e a utilização de produtos químicos.

As ONG e as populações mais atentas a estas questões exigem mais transparência, sendo que esta luta tem vindo a revelar-se frutífera, mas ainda assim, insuficiente para contrariar a constante degradação do ambiente e a proliferação do modelo alimentar padrão (FAO, 2006).

Segue-se uma perspetiva acerca deste modelo económico, que tomou conta da produção alimentar.

### 1.1 - A industrialização da agricultura

A tecnologia que foi aparecendo, no século XIX e início do século XX, levou a que muita mão-de-obra fosse desnecessária no trabalho da terra, originando a deslocação dos trabalhadores agrícolas em massa para as cidades. O êxodo rural deu-se a uma escala praticamente universal, à medida que avanços da tecnologia acabaram por tornar o trabalho do campo menos dependente da mão-de-obra. As máquinas começaram a substituir as técnicas tradicionais, sendo que os fertilizantes sintéticos começaram também a aparecer.

Os resultados visíveis, no aumento da produção, mesmo com a diminuição das horas de trabalho, não escondiam o enfraquecimento do solo e a contaminação da água. A adoção alargada destas técnicas agrícolas faz dos solos, cada vez mais dependentes de fertilizantes artificiais, pois as carências nutricionais mantêm-se de estação para estação. Segundo um experiente agricultor: “Num dado momento, o solo começa-se a erodir (pela falta de nutrientes químicos), tal qual um viciado em drogas”.

As grandes mudanças na agricultura tinham acabado de começar e seria de estranhar se essas mudanças não resultassem numa luta de interesses económicos e



estratégicos, com consequências imprevisíveis (IFOAM, 2007), para o futuro das gerações.

Durante a 2ª Guerra Mundial, as empresas que fabricavam armas químicas e biológicas, amplamente utilizadas, como o “gás de nervos”, conseguiram lucros enormes e um grande poder, junto da classe política dos países mais desenvolvidos. A indústria, farmacêutica e química ganharam relevância durante o conflito, mas o escoamento dos seus produtos viu-se comprometido, quando este terminou.

Procuraram, então, soluções e aproveitando o engenho dos melhores químicos, da época, chegaram à conclusão que com pequenas alterações na estrutura química do armamento produzido, se poderiam criar poderosos fertilizantes e pesticidas, que iriam provocar mudanças brutais na agricultura.

O respeito pelos ciclos naturais e os mecanismos de criação e partilha de sementes foram desafiados, a uma escala global. A promessa de maior produção, com menos trabalho, foi propagandeada e a grande maioria dos agricultores, não tendo a noção do que isso iria provocar nas suas culturas, adotou as novas práticas intensivas de exploração agrícola.

Inicialmente, foram as empresas químicas, depois foram as das sementes. Novas sementes híbridas, utilizando o mecanismo do cruzamento endogâmico, que retira potencial reprodutivo às gerações subsequentes, foram comercializadas, o que permitiu que grandes empresas florescessem.

Foi na década de 1960, que começou a privatização do, ainda não explorado sistema agroalimentar, com monoculturas a serem introduzidas por todo o lado, tomando conta dos terrenos e produções dos pequenos agricultores tradicionais, que foram arrastados para este sistema, apesar de verem os custos de produção aumentar exponencialmente, pois pesticidas, adubos e sementes tinham de ser compradas a cada estação. Só aí descobrem que as suas culturas estavam expostas ao grande capital e que o regresso às práticas tradicionais teria o seu preço.

Cresce, então, um movimento paralelo: a agricultura biológica, um sistema de produção que visa obter produtos de melhor qualidade e que protejam a saúde das pessoas, dos ecossistemas e dos solos. Combina a tradição, a inovação e a ciência, com o âmbito de beneficiar o ambiente partilhado por todos e promover a qualidade de vida das partes envolvidas (IFOAM, 2005).

## 1.2 – Princípios da agricultura biológica

Os princípios estabelecidos pelo IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movements*) são a base a partir da qual a Agricultura Biológica cresce e se desenvolve. Oferecem, uma alternativa, visando o aperfeiçoamento da agricultura, no contexto global.

Estes princípios aplicam-se à agricultura, num sentido amplo, incluindo a forma como os povos utilizam o solo, a água, energia, as plantas e outros animais, de modo a produzir e distribuir alimentos e outros bens. Dizem respeito ao modo como as pessoas interagem com o meio envolvente, como se relacionam entre si e como constroem a herança para as gerações futuras.

Esses princípios basilares visam minimizar o impacto do ser humano sobre o ambiente, assegurando que o sistema agrícola funcione da forma mais natural e equitativa. Os princípios associados a um sistema agrícola mais sustentável são:

- Princípio da Saúde;
- Princípio da Ecologia;
- Princípio da Justiça;
- Princípio da Precaução.

### Princípio da Saúde

A saúde dos indivíduos e da comunidade, de que fazem parte, não poderá ser dissociada da saúde dos ecossistemas. A saúde é a plenitude e a integridade dos sistemas vivos. Não é apenas a ausência de doenças, envolve também a manutenção do bem-estar físico, mental, social e ecológico. Imunidade, resiliência e regeneração são características essenciais para a saúde.

A Agricultura Biológica visa, também, a produção de alimentos nutritivos e de alta qualidade, que contribuem para a manutenção da saúde e do bem-estar.

Mas no que toca à manutenção da saúde dos ecossistemas, a Agricultura Biológica busca, em todas as suas fases, a manutenção das condições propícias ao desenvolvimento sadio dos organismos, desde o mais ínfimo ser vivo no solo, até o ser humano.

### Princípio da Ecologia

A Agricultura Biológica baseia-se nos sistemas ecológicos vivos e nos ciclos naturais, que devem ser equilibrados e respeitados. Os fatores de produção devem ser minimizados através da reutilização, da reciclagem e da utilização eficiente dos materiais e da energia, visando a manutenção e melhoria da qualidade ambiental e a preservação dos recursos.

A Agricultura Biológica deve alcançar o equilíbrio ecológico através de um planeamento integral dos sistemas agrícolas, com a criação de habitats, favoráveis às espécies, e a manutenção da diversidade genética.

### Princípio da Justiça

A justiça caracteriza-se pela igualdade, o respeito, a equidade e a responsabilidade pelo mundo compartilhado, tanto entre as pessoas como nas suas relações com os outros seres vivos. A Agricultura Biológica deverá proporcionar uma boa qualidade de vida, a todas as pessoas envolvidas, contribuindo para a soberania alimentar e para a eliminação da pobreza, procurando produzir alimentos e outros produtos de alta qualidade em quantidades suficientes para suprir as necessidades emergentes.

Os recursos naturais, utilizados na produção, ou diretamente consumidos, deverão ser geridos de uma forma ecológica, socialmente justa, e mantidos para as gerações vindouras. Para que haja justiça, serão necessários sistemas de produção, de distribuição e de comércio que sejam livres e equitativos, englobando os custos reais em termos sociais e ambientais.

### Princípio da Precaução

Os praticantes da Agricultura Biológica poderão melhorar a eficiência e aumentar a produtividade, mas sem colocar em risco o cumprimento dos princípios anteriores. Uma vez que existe um conhecimento incompleto dos ecossistemas e da agricultura, as novas tecnologias devem ser cuidadosamente avaliadas e os métodos existentes revistos.

Estabelece-se assim a responsabilidade e a precaução como as principais precauções na implementação de práticas na agricultura. A exaustiva avaliação científica, bem como a experiência prática, acumulada dos saberes tradicionais, poderão

assegurar que o sistema de Agricultura Biológica seja saudável, seguro e ecologicamente viável.

A Agricultura Biológica deve evitar riscos significativos ao adotar tecnologias apropriadas e ao rejeitar outras com consequências imprevisíveis, como a engenharia genética (IFOAM, 2005).

### 1.3 – Organização do trabalho

Podemos, então, constatar que existem alternativas ao modelo de produção intensivo. Com este trabalho pretendemos explicitar os impactes ambientais deste modelo de produção e colocar em evidência algumas das técnicas preventivas e de mitigação, que são levadas a cabo numa gestão responsável dos recursos naturais.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo que cada um deles aborda os impactes ao nível da água, solo, energia, alterações climáticas, biodiversidade

Assim, no primeiro capítulo, aborda-se, do ponto de vista geral, o impacte ambiental a nível dos recursos hídricos, o qual tem duas dimensões: a quantidade (disponibilidade) e a qualidade.

As enormes quantidades de água que são empregues na agricultura (cerca de 70% do total da água utilizada diretamente nas atividades humanas) contribuem decisivamente para a depleção dos reservatórios e cursos de água doce. A agricultura de irrigação foi e continua a ser uma das técnicas mais disseminadas, mundialmente, e que contribui para que as carências alimentares de amplas regiões sejam diminuídas. Ainda assim, os custos desta prática não poderão ser ignorados, pelo que requer que se façam estudos acerca do seu impacte tanto no ambiente como a nível social, pois poderá alterar toda a forma de vida das comunidades locais, como ficou provado com o caso do mar de Aral.

A segunda problemática prende-se com a qualidade da água, sendo que a agricultura é vítima, mas também uma das principais causadoras da sua contaminação.

A água utilizada na agricultura, excluindo a da evapotranspiração, volta para os cursos e reservatórios de água, impregnada de agroquímicos, geralmente, de persistência e toxicidade elevadas.

Este é um impacte que não poderá de forma alguma ser menosprezado pois água e alimentos são indissociáveis, o que faz com que qualquer sistema dependa da disponibilidade dos recursos hídricos para que possa ser implementado.

No segundo capítulo, é feita uma análise à degradação do solo, bem como a algumas técnicas que poderão ser incorporadas para prevenir ou corrigir este processo, que poderá, num futuro próximo, colocar em causa o abastecimento de alimentos de milhões de pessoas.

As principais causas deterioração da qualidade do solo são a atividade agrícola intensiva e a desflorestação, que provocam a aceleração dos processos de erosão e a alteração da estrutura física e química do solo, diminuindo o potencial fértil do solo.

Os processos de desertificação, salinização e contaminação (por agroquímicos e metais pesados) são explorados neste capítulo, sendo que podemos apontá-los como os maiores problemas que afetam os solos que potencialmente poderão servir para fins agrícolas.

Devido à imposição de estratégias sustentáveis nos países mais desenvolvidos esta degradação tem sofrido um abrandamento, mas esta premissa encontra o seu oposto nos países mais pobres e emergentes, onde o contínuo agravamento das condições do solo dificulta a procura de alimento por parte dos indivíduos, desencadeando conflitos bélicos pelo domínio dos solos aráveis.

No terceiro capítulo é abordada a necessidade de efetuar uma gestão energética eficaz dos sistemas agrícolas. As práticas agrícolas convencionais apresentam uma forte dependência energética, tendo como base, grandes consumos de combustíveis fósseis e inevitáveis emissões de poluentes altamente prejudiciais para o ambiente. A alternativa biológica ao utilizar menos inputs energéticos (maquinaria pesada e agroquímicos), poderá apresentar-se como uma solução mais sustentável.

Desta forma, a análise de estudos comparativos, nos quais se quantificaram os gastos energéticos equivalentes das atividades indispensáveis à agricultura convencional e agricultura biológica, permitiu encontrar os pontos favoráveis e desfavoráveis em cada uma delas.

Relacionado com o tema “Agricultura e energia”, foi também feita uma abordagem aos biocombustíveis, que parecem ser um recurso energético renovável a ter em conta na solução integrada de combate às alterações climáticas.

Por sua vez, a participação da agricultura nas emissões de gases de efeito de estufa é abordada no quarto capítulo, no qual foi feita uma análise aos três principais gases emitidos pelas atividades agrícolas, o CO<sub>2</sub>, o N<sub>2</sub>O e o CH<sub>4</sub>.

É um facto que as práticas agrícolas convencionais depauperam os recursos naturais que participam no sequestro do CO<sub>2</sub>. A conversão maciça de florestas, em

terrenos agrícolas, feita, principalmente, por intermédio de queimadas, tem uma dupla dimensão: são responsáveis por cerca de 20% das emissões globais de CO<sub>2</sub> e perde-se o seu potencial de sequestro de dióxido de carbono da atmosfera.

Estima-se que a biomassa do solo contenha mais do triplo do CO<sub>2</sub>, sendo que as técnicas convencionais (utilização de agroquímicos e irrigação) diminuem o teor de matéria orgânica nos solos, libertando-se enormes quantidades desse gás, para a atmosfera.

Os outros dois gases, metano e óxido nitroso, têm um potencial de efeito de estufa bastantes vezes superior ao CO<sub>2</sub>, sendo que a agricultura é responsável por grande parte das emissões antropogénicas.

Podemos constatar, a partir dos seus princípios, os motivos pelos quais a agricultura biológica será uma forte opção no combate às alterações climáticas, já que utiliza menos energia, dispensa a desflorestação desmedida e as suas práticas, fazem com que a biomassa no solo se mantenha. Mas é na resposta a essas alterações climáticas, que já se encontram em curso, que a agricultura biológica terá uma grande influência, já que a utilização de sementes autóctones tem demonstrado uma melhor resistência e adaptação às mudanças.

No quinto capítulo, faz-se uma abordagem à biodiversidade que tem sido ameaçada pelo modelo económico praticado, na maioria dos países do mundo. Refere-se algumas das práticas que privilegiam a biodiversidade, bem como a temática, que tem sido debatida, acerca da liberdade das sementes.

Sabe-se que as práticas intensivas, com a utilização de pesticidas e fertilizantes sintéticos e especialização em monoculturas, têm sido praticadas em detrimento da biodiversidade genética das variedades cultiváveis e de raças de animais de quinta, tendo também ameaçado a diversidade da flora e fauna selvagens e os ecossistemas.

As áreas selvagens protegidas não são suficientes para a preservação dos níveis de biodiversidade na natureza, pois as externalidades negativas, introduzidas pelas explorações agrícolas convencionais adjacentes causam muitas vezes danos nos ecossistemas, que estão em contacto contínuo com os terrenos agrícolas.

Por sua vez, a agricultura biológica depende dos agroecossistemas estabilizados, mantendo os saldos ecológicos, desenvolvendo os processos biológicos até ao seu nível ótimo, respeitando os ciclos naturais e conectando a produção agrícola à salvaguarda da biodiversidade, o que trará benefícios ao nível da produtividade (IFOAM, 2005).

No espaço de poucas gerações, aprendemos a produzir alimentos em quantidades sem precedentes. Muitos especialistas acreditam que poderemos pôr cobro de vez à fome e à subnutrição. O maior desafio reside em descobrir modos de alimentar o mundo sem minar a terra, o ar, os ecossistemas e os recursos hídricos de que toda a vida depende (National Geographic, 2008a).

“A quantidade de água que, diariamente, um ser humano deve beber situa-se entre os 2 e 4 litros, mas são necessários entre 2 mil e 5 mil para produzir alimentos para esse mesmo humano”

FAO, Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

## **2. Água e Agricultura**

Pensa-se que, há cerca de 3800 milhões de anos, se reuniram as condições para a génese dos primeiros organismos. No início, a atmosfera terrestre não continha oxigénio livre. Este surgiu apenas quando os primeiros organismos fotossintéticos começaram a libertá-lo, causando uma crise de contaminação que levou à extinção dos seres que ainda não tinham sido capazes de se adaptar às novas condições (National Geographic, 2008b).

Este processo deu aso a que muitas formas de vida, fossem evoluindo, ficando maiores e mais complexos, tornando-se, através de processos evolutivos, que duram milhões de anos, nos organismos que conhecemos hoje.

Uma das constatações, que se poderá retirar é que, sem a água jamais teria existido vida na Terra, daí, os astrónomos procurarem vestígios da sua presença nos planetas, no Universo, pois, pelo menos, na Terra, será difícil encontrar um ser vivo que não dependa da água para sobreviver. No entanto, as formas de vida já provaram ser de uma diversidade incalculável e a incerteza, fará sempre parte da ciência.

Assim, a disponibilidade de água é essencial para que uma comunidade de espécies se estabeleça em determinado local. A procura pela abundância de alimentos e



água leva as espécies a adotarem práticas e estabelecerem relações entre si, visando assegurar a sua sobrevivência. As grandes migrações do Cubango são um exemplo de como, a chegada da água ao delta, representado na Figura 1, permite o florescer de um ecossistema único, acompanhada pela chegada de milhões de indivíduos de várias espécies.

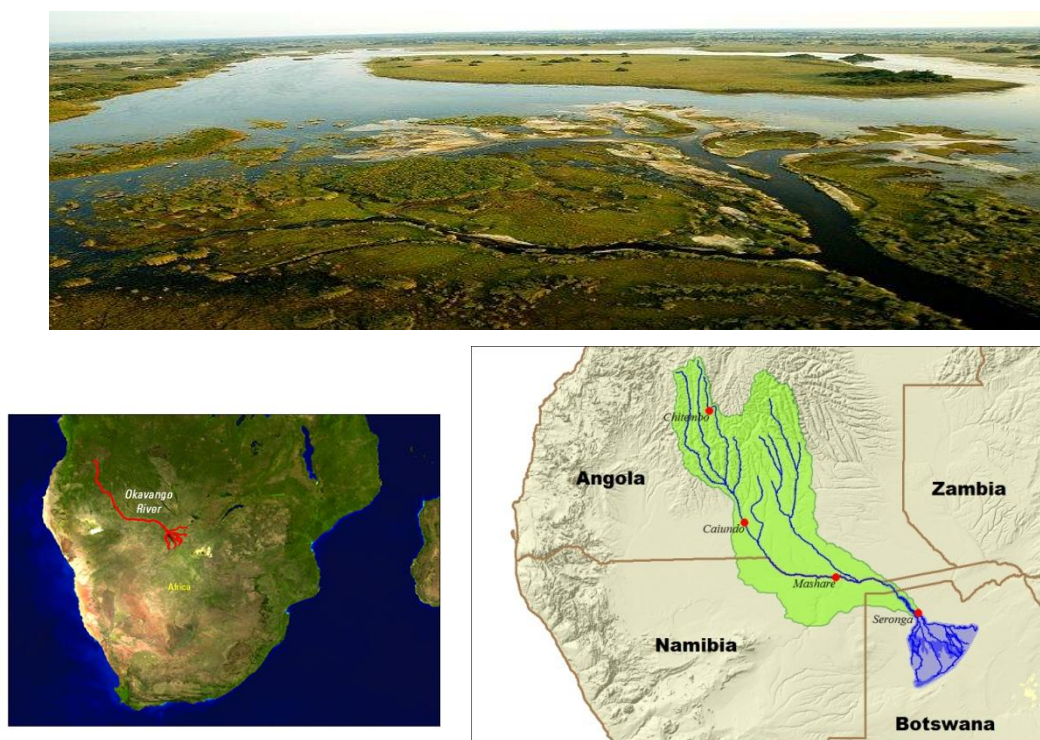


Figura 1 - Localização geográfica do Cubango e o seu delta - Fonte: wilderness safaris/the future of okavango

Evidentemente, o ser humano não é exceção. Basta que se observe que, é nas margens dos rios e na costa marítima, que se situam grande parte das cidades do mundo. A necessidade de abastecimento de água das populações, bem como a procura de energia foram fatores essenciais para essas aglomerações junto dos rios. A abundância de alimento, alcançada devido à prática da agricultura faz, também, parte dos três fatores principais de implantação de uma sociedade.

Não podemos esquecer o facto, que foi nas margens dos rios que nasceu a agricultura. Numa perspetiva histórica, podemos apontar os rios Tigre e Eufrates como, um dos berços da civilização, pois foi na Mesopotâmia, área adjacente a esses dois rios, que apareceram, por volta de 6000 anos a.C., as primeiras cidades, consequência da sedentarização da população, que se deu devido ao aparecimento da agricultura. O Crescente Fértil, área geográfica representada na Figura 2, como foi chamado, permitiu

a uma sociedade abandonar uma vida nómada, alimentando-se da caça e da recolha do que se encontrava disponível na Natureza, criando uma nova forma de utilizar as condições ambientais. Foram, assim, criando as traves-mestras da agricultura tradicional, propagando, posteriormente, para todos os continentes esta nova forma de vida.



Figura 2 - O Crescente Fértil – Fonte: info escola

Atualmente, a situação na região é substancialmente diferente. Devido à bombagem de águas subterrâneas, que representa cerca de 60% da perda de caudal, à construção de barragens na Turquia, Síria, Iraque e Irão, bem como à utilização inadequada dos seus caudais na agricultura de irrigação, o rio Tigre e Eufrates enfrentam graves problemas de seca. As imagens de satélite não deixam dúvidas quanto à magnitude do problema: as perdas, nas águas subterrâneas, desta bacia hidrográfica constituem a segunda taxa mais rápida do mundo, depois da Índia (Famiglietti, 2013).

Para além do colapso ecológico, a importância destes dados reside no facto, de esta área geográfica ser bastante problemática, com relações diplomáticas bastante tensas entre os países vizinhos. A magnitude da problemática da escassez de água poderá chegar mesmo a um conflito armado. Isto porque, a Turquia, território onde se situam as nascentes dos rios Tigre e Eufrates, possui projetos de construção de infraestruturas, que controlarão a quantidade de água que será libertada para os restantes países, a jusante. A possível diminuição no fluxo de água colocará muita pressão sobre as nações vizinhas, aumentando ainda mais as tensões na região (Voss, 2013).

Este é um exemplo, de como a água poderá ditar o rumo da geopolítica no mundo, se não se tomarem medidas, com intuito de conduzir a um consumo mais

responsável e sustentável, isto porque a poluição e o uso inadequado dos recursos hídricos, causa a diminuição da sua disponibilidade para o abastecimento das populações e das mais variadas atividades, sendo que estes recursos, não são infinitos como à partida se possa pensar. Os gráficos que se seguem, mostram que apesar de o planeta possuir grandes quantidades de água, aquela que efetivamente está disponível para consumo é apenas uma pequena percentagem. E mesmo assim, não está distribuída equitativamente, pois, atualmente, certas regiões o planeta têm grandes carências de água.

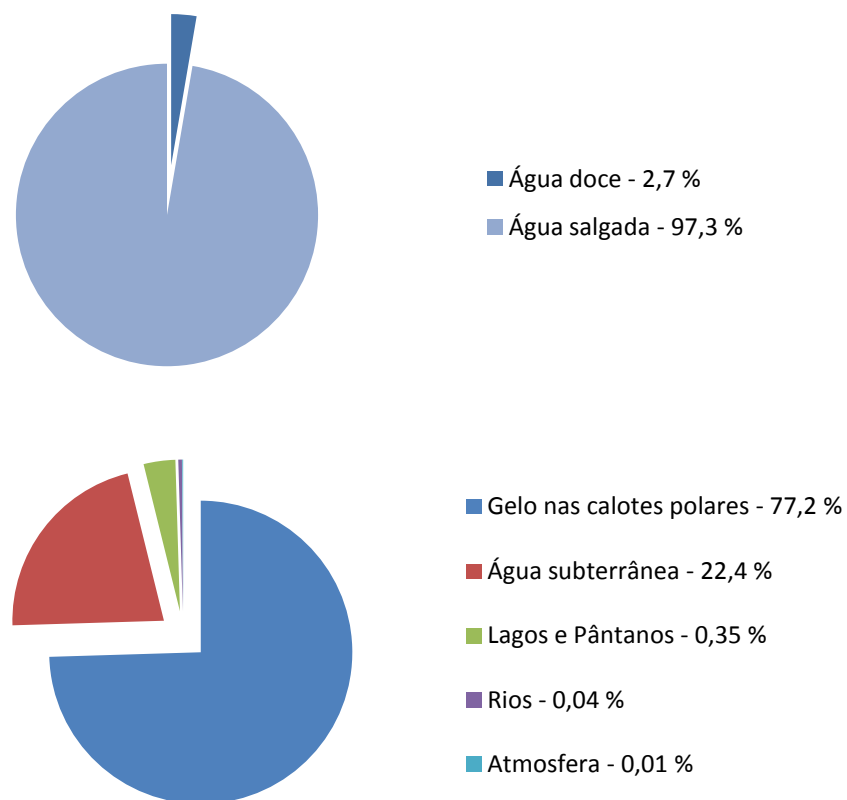


Figura 3 – Distribuição global e da água doce no mundo – Fonte: Bio 12, 1996

A pressão sobre os fluxos de água continua a aumentar, sendo que a atividade agrícola é uma das principais causas. Proporcionalmente, cerca de 70% da utilização de água superficial disponível é usada na agricultura e com exceção da água perdida através da evapotranspiração, a água utilizada na agricultura volta para as massas de água superficial e subterrânea, facilitando a sua contaminação com agroquímicos. Assim, associados aos problemas de disponibilidade de água, têm de ser considerados os aspetos relacionados com a sua qualidade.

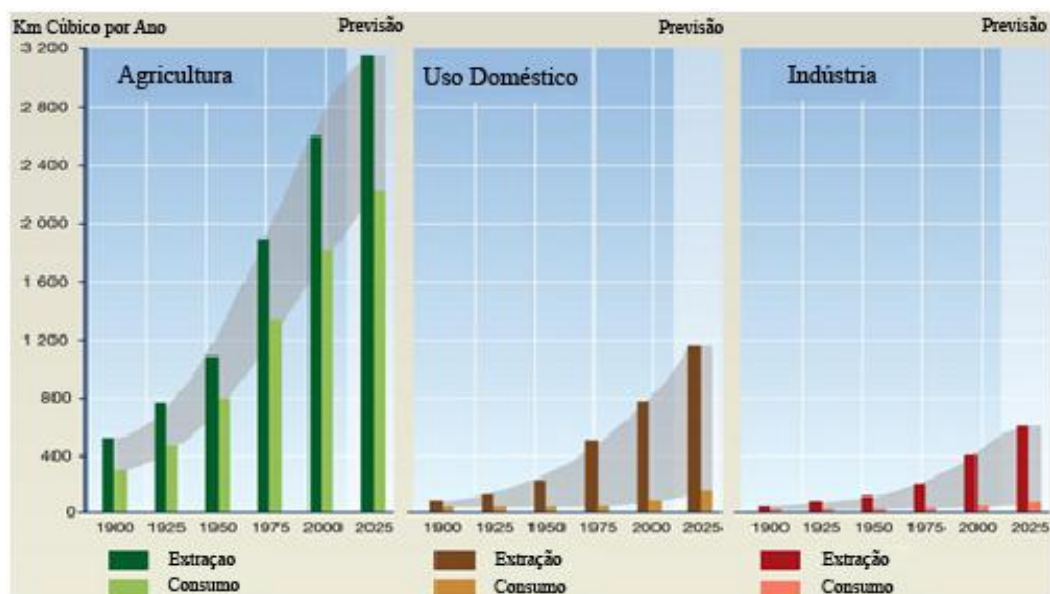


Figura 4 - Comparação e evolução da extração/consumo de água por setores - Fonte: UNEP, 1999

Como podemos observar na Figura 4, com o aumento populacional, a necessidade será ainda maior, mas a água doce disponível será a mesma. Segundo a UNEP, em 2025, a atividade agrícola consumirá mais 17%.

Grande parte das necessidades futuras, mas também presentes, são relativas à criação de animais, cuja produção nutricional equivalente, consome entre 8 e 10 vezes mais água do que a produção de cereais.

A informação do consumidor acerca destes valores é essencial, pois permite o que cada um de nós possa fazer as suas escolhas de modo mais informado, permitindo que a conduta de cada um se possa pautar por uma melhor sustentabilidade ambiental.

Tal como os requisitos de água entre alimentos variam, as diferentes áreas geográficas terão, evidentemente, desiguais cotas de consumo de água, para produção agrícola e, conseqüentemente, os impactes a este nível serão também diferentes. A título de exemplo podemos analisar as discrepâncias existentes na Europa, sendo que no Reino Unido, onde chove bastante, menos de 1% da água, utilizada pelos humanos, tem como destino a produção agrícola de irrigação, ainda assim, no mesmo continente, os países mais a Sul, como Portugal, Espanha e Grécia, utilizam mais de 70% nessa mesma atividade (WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development*, 2005).

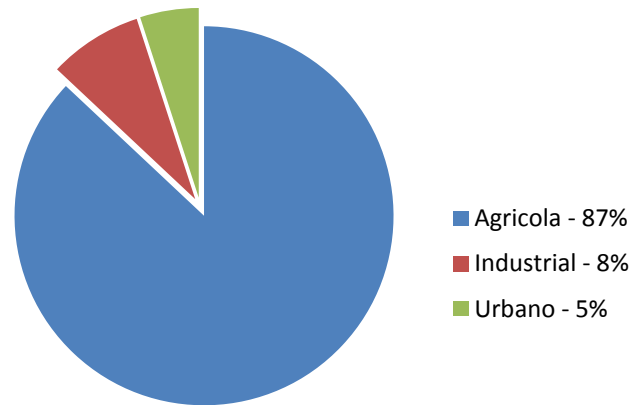


Figura 5 - Volume utilizado, por atividade, em Portugal (percentagem) – Fonte: INAG, 2010

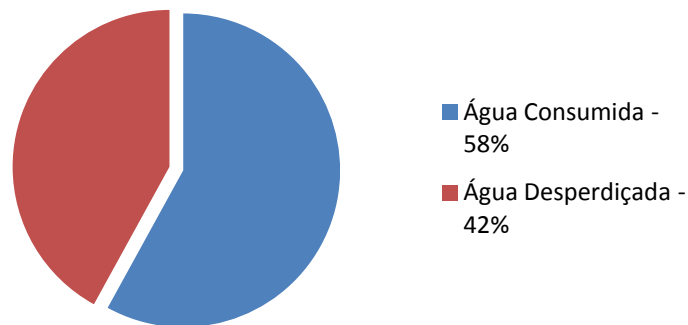


Figura 6 - Volume desperdiçado no setor agrícola, em Portugal – Fonte: INAG, 2010

Podemos então constatar, algo que já era esperado, que os alimentos e a água são indissociáveis, o que leva a que a agricultura exerça um profundo impacto nos recursos hídricos. A irrigação intensiva e outras utilizações dadas à água, depauperaram fortemente os lagos, rios e aquíferos de numerosas regiões, enquanto os efluentes da agricultura são um dos grandes poluidores das fontes de abastecimento de água doce.

O impacto da agricultura sobre a água é duplamente nocivo. Para além de consumir enormes quantidades de água doce para irrigação, polui as águas subterrâneas, rios, lagos e zonas costeiras com produtos químicos tóxicos e excesso de nutrientes que liberta no ambiente, provenientes do uso de pesticidas, fertilizantes e resíduos de matéria animal (National Geographic, 2008b).

## 2.1 – Irrigação

Nem todas as produções agrícolas se situam nas margens de cursos e espelhos de água, ou sobre aquíferos. A prática da irrigação permite, que algumas se situem até, a alguns quilômetros de distância desses reservatórios naturais de água. Para além das longas distâncias a que se podem situar, as culturas agrícolas poderão beneficiar, com esta prática, em termos de produtividade, podendo aumentar entre 100 e 400% (National Geographic, 2008a).

A agricultura de irrigação, que compreende 20% de todo o terreno afeto à agricultura, produz, a nível mundial, cerca de 40% dos alimentos (FAO, 2013). Esta será uma estratégia possível, para alcançar o fornecimento global de alimentos, pois a irrigação possibilita a agricultura em áreas que, anteriormente, não seriam alcançáveis para a produção intensiva (US EPA, 2012).

Esta prática tem contudo efeitos adversos no ambiente, pois provocará uma maior destruição de ecossistemas primários para implementação de sistemas agrícolas intensivos. Será nos países menos desenvolvidos e emergentes, que fenómenos como a desflorestação irão atingir níveis mais assustadores, pois são estes que têm maior potencial de crescimento populacional, e também, maiores carências nutricionais.

Como se pode observar na Figura 7, os dados relativos às terras irrigadas mostram essa tendência da proporção se deslocar para os países menos desenvolvidos e emergentes: o vale do Ganges na Índia; o vale do Nilo, no Egito; o Alto e Médio rio Amarelo, na China; o Vale Central, no Chile, são das zonas mais irrigadas do planeta.

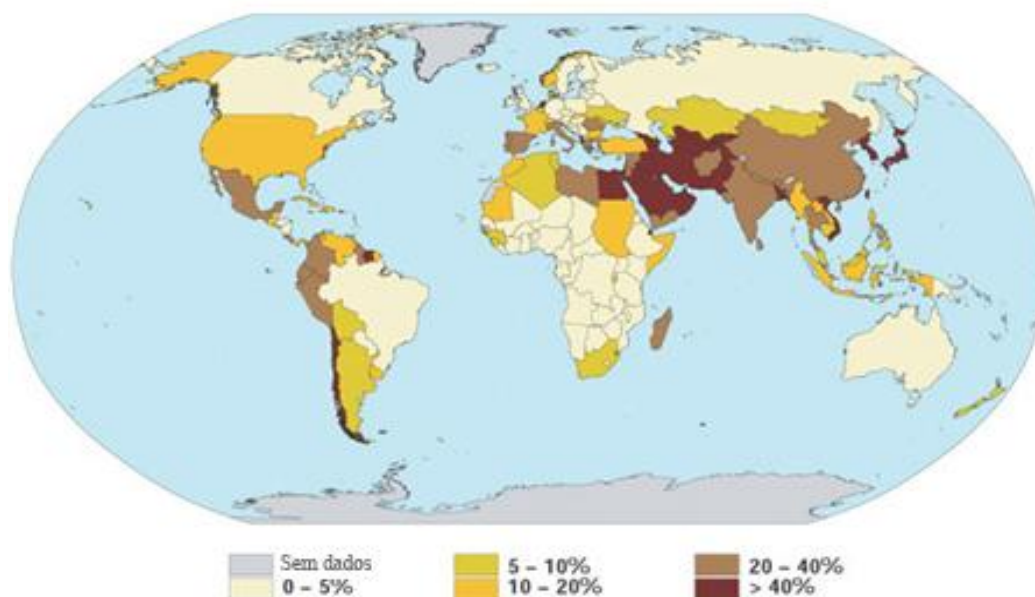


Figura 7 - Proporção de área agrícola irrigada, nos diferentes países – Fonte: FAO, 2003

A necessidade de irrigação é fomentada pela demanda de água por parte das colheitas, de ano para ano, mas existem áreas que, durante a fase de crescimento, simplesmente recebem a água proveniente da chuva. Noutras situações, a irrigação é encarada como uma segurança contra a seca ocasional. Em áreas onde a chuva é abundante, na maioria dos anos, a irrigação pode trazer benefícios, reduzindo o risco de queda de produção, pois os agricultores terão maior controlo sobre os caudais que chegam às suas culturas. Outros benefícios poderão ser:

- O aumento da qualidade da cultura;
- O aumento significativo das colheitas, particularmente em solos arenosos;
- O aumento da probabilidade de existir uma dupla colheita anual, como no caso da soja (US EPA, 2012).

Existem, basicamente, quatro tipos de irrigação: de superfície, por aspersão, localizada e subirrigação, assim designados pelo modo em que água é aplicada nas culturas.

A escolha do tipo de irrigação deverá ser um processo minucioso de análise, que envolverá mais visão e engenho por parte do projetista, do que propriamente o avanço da tecnologia utilizada. Se o processo de irrigação não for bem gerido, poderá, incontornavelmente, conduzir a graves problemas ambientais, que podem ser irreversíveis. Entre os mais importantes, podem-se enunciar:

- A depleção das fontes de água
- Erosão dos solos, devido ao excesso de água;
- Arrastamento e lixiviação de químicos, utilizados nas culturas;
- Salinização do solo;
- Arrastamento de minerais e nutrientes;
- Altos níveis de turvação, nas fontes de água primárias;
- Induz alterações climáticas;
- Destruição dos ecossistemas primários;
- Declínio e extinção de espécies de animais terrestres, peixes e aves e, também espécies de vegetação (US EPA, 2012; FAO,1993).

Dentro destes problemas que, geralmente, afetam os recursos hídricos devido à irrigação, a salinização é, a par da depleção dos reservatórios, o mais disseminado e

aquele que causa maior preocupação. A contaminação por salinização envolve o contacto da água do mar com as águas subterrâneas. Ocorrendo em zonas costeiras, é induzida por bombeamento, o que, na prática, se traduz uma intrusão salina, isto é, enquanto a água doce escoar para o mar, a água salgada, mais densa, tende a penetrar no aquífero, formando uma cunha sob a água doce. A extração de grandes volumes de água doce subterrânea provoca o avanço da água salgada, no interior do aquífero e a consequente salinização da água, dos poços ou dos furos que nele captem (LNEG,2002).

No entanto, a poluição causada por compostos tóxicos, drenados para a água utilizada na agricultura, pode, também, pôr em risco a continuação de certos projetos de irrigação (Letey *et al.*, 1993).

A irrigação tem um papel relevante na contaminação de aquíferos, pois, concentram sais na água de regadio, excedentária, que se infiltra, sendo que este aspeto é importante quando estas águas de regadio são esses mesmos aquíferos em regiões mal drenadas ou de fraca recarga natural. Pode acontecer nestes casos que ao fim de algum tempo, a água seja imprópria para as culturas estabelecidas (Antão, 2007).

A mesma problemática se aplica às águas superficiais, mas ao invés de a contaminação ser proveniente da infiltração no solo, esta ocorrerá pela drenagem das águas excedentárias do regadio. No entanto, as águas subterrâneas, contaminadas, poderão, também, ser afluentes dos rios e lagos, que receberão os poluentes.

A correção dos problemas relacionados com a contaminação das águas subterrâneas é de grande dificuldade, pois os mecanismos de tratamento, são processos caros e morosos, sendo que a sua eficácia é reduzida.

A melhor forma de mitigar os problemas ambientais, causados pela irrigação, será, obviamente, a prevenção, minimizando o seu impacte, através de uma utilização mais sustentável. Segundo a US EPA (*United States Environmental Protection Agency*), as medidas principais para uma gestão responsável dos recursos hídricos, de regadio, são:

1. **Minimização do uso de água** – utilização de acordo com as necessidades das respetivas colheitas;
2. **Irrigação eficiente** – utilização de técnicas como a gota-a-gota, para minimizar a evapotranspiração e de canalização, que não deixe escapar à água;
3. **Respeito pela absorção do solo** – a irrigação excessiva poderá causar erosão;



4. **Uniformidade na irrigação** – esta prática incrementa à eficiência, reduzirá as probabilidades de arrastamento e lixiviação e diminuirá as zonas encharcadas;
5. **Proporcionar uma boa drenagem** – a salinização em áreas mais secas, poderá ser minimizada fornecendo uma boa drenagem, pois os sais serão filtrados, pelo solo (US EPA, 2012).

Segue-se um exemplo de como a não conformidade com estas medidas, conduziu a um desastre ecológico, sem precedentes.

O mar de Aral é conhecido por muitos como “o mar perdido”. É um mar interior, que se situa na Ásia Central, entre o Cazaquistão (Norte) e o Uzbequistão (Sul). Por volta de 1960, ambos os países, começaram a desviar parte da água de grandes rios da Ásia Central, como por exemplo o Amu Daria, no sul e o Sir Daria, no nordeste, ambos afluentes do mar de Aral.

A água desviada serviria para desenvolver áreas de cultivo, utilizando técnicas de irrigação, que tornaram férteis, longos territórios do deserto, da Ásia Central.

O mar de Aral foi sendo prejudicado, pois as entradas de caudal foram diminuindo à medida que os rios eram explorados. A evaporação também se acelerou devido ao processo de desertificação da região.

Nos anos oitenta, a cota, deste mar interior, descia entre 80 e 90 centímetros, mas os soviéticos não se preocuparam pois para eles o mar seria um “erro da natureza” e que “o seu desaparecimento, mais cedo ou mais tarde, seria inevitável”. Esta é uma afirmação dúbia pois, a certeza de que se não fosse a prática agrícola de irrigação, numa zona árida, o mar de Aral não estaria a desaparecer a este ritmo.

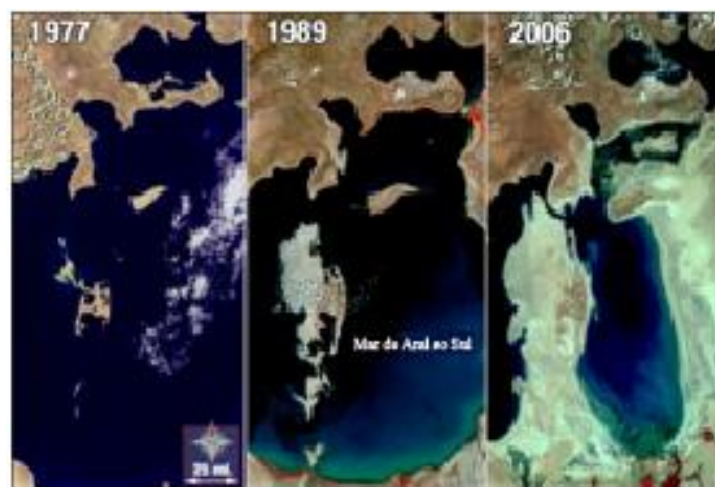


Figura 8 - Recuo da água, no mar de Aral - Fonte: Universidade de Columbia, 2006

Atualmente, com perdas de água, de cerca de 1m por ano, o seu ecossistema e o dos deltas dos rios afluentes estão praticamente destruídos, em grande parte pela salinidade elevadíssima do lago, bem como pela toxicidade dos produtos que vão sendo acumulados. As extensas planícies, originadas pela seca, estão carregadas de sal e compostos tóxicos que vão sendo arrastados pelo vento causando:

- Infecções pulmonares e outras patologias, graves;
- O declínio da qualidade dos solos aráveis, pondo em causa a agricultura tradicional da região;
- O desaparecimento dos recursos pesqueiros, cuja indústria empregava 60.000 trabalhadores.

Vários cientistas e ONG parecem estar empenhados em encontrar soluções para recuperar o mar de Aral e o seu ecossistema, só que o custo das operações, bem como a intransigência dos exploradores dos rios em adotar práticas mais responsáveis, diminui a possibilidade de êxito. Soluções apresentadas como o desvio de água dos glaciares da Sibéria para repor a água perdida ou redirecionar a água dos rios Volga, Ob, Irtych, que levaria de 20 a 30 anos para restaurar sua antiga dimensão, foram já apresentadas, no entanto ainda nada foi feito e a tendência será para continuar com o uso intensivo, das águas que o alimentam.

Foi o “primeiro desastre ecológico planeado da história”. Perder-se-á assim, o “mar das ilhas” (em português), aquele que era, até à década de 50, o quarto maior mar interior do mundo, com 68.000 km<sup>2</sup>. Perde-se um habitat singular, que albergava 32 espécies de peixes, das quais restam apenas 6 e 319 espécies de aves que habitavam suas margens, apenas 160 ainda continuam a visitar aquela área.

Ainda são incertas as consequências, a medio ou longo-prazo, da opção de fazer desaparecer o mar Aral, quando as questões ambientais eram ainda, praticamente ignoradas, mas, garantidamente, os habitantes daquela zona geográfica, terão de viver com elas, pois será muito difícil, ou mesmo impossível fazer com que o mar de Aral e o seu ecossistema, voltem a ser o que eram, antes da exploração e poluição massiva das suas águas.

## 2.2 – Contaminação

Para além da elevada quantidade de água necessária, nos terrenos de cultivo, a agricultura tem uma interferência significativa na qualidade da água.

A agricultura é causadora, mas, também, vítima da poluição das águas (FAO, 1993), pois a utilização de águas contaminadas na irrigação poderá comprometer as colheitas, causando sérios problemas na saúde dos consumidores e dos próprios agricultores.

A poluição da água é definida como o lançamento, ou infiltração de substâncias nocivas para a água, provenientes das atividades humanas, que induzem alterações nas características físicas, química ou biológicas, que inviabilizam a sua utilização. Pela sua disseminação e variedade de produtos tóxicos utilizados, o principal agente poluidor da água é a agricultura intensiva (Andrade, 2011).

Apesar de nas últimas quatro décadas, terem permitido o aumento de cerca de 170% da produção mundial de alimentos (National Geographic, 2008a), as práticas agrícolas levadas a cabo, nos últimos 50 anos, acabaram por contaminar grande parte dos rios, lagos e aquíferos do mundo, pondo em evidência a fragilidade deste elemento, pois a capacidade de autodepuração da água, não consegue acompanhar o ritmo do aumento contínuo da poluição.

A pressão sobre os recursos hídricos continua a aumentar, pois o incremento da população mundial, faz aumentar as suas necessidades alimentares e conseqüentemente, a demanda por água para cultivar esses alimentos. Será, então, fulcral que a gestão das bacias hidrográficas seja realizada de uma forma sustentável, sob pena de colocar em causa o abastecimento de água potável para as populações, e para as produções agrícolas. Assim, poderemos apontar a contaminação da água (tal como, a irrigação) combinada com as alterações climáticas e a seca persistente, em muitas áreas, como sendo uma das causas de uma questão-chave do século XXI, a procura de água doce.

### 2.2.1 – Contaminação por sedimentos

A capacidade de retenção de água e de nutrientes, num solo, é incrementada pelos altos níveis de matéria orgânica. Os microrganismos decompositores, alimentam-se dessa matéria orgânica e fortalecem a estabilidade do solo (FAO, 2002). Com a degradação dessa camada de matéria orgânica, o solo ficará exposto à erosão, que se dá de forma natural ou antropogénica. Atividades como a desflorestação, práticas agrícolas inadequadas ou construção de estradas, aceleram o processo de perda de matéria orgânica e conseqüentemente a erosão. Já as barragens têm um efeito contrário, pois acumulam os sedimentos, a montante do paredão. Este efeito provocado pelas barragens pode-se observar no rio Yangtsé, cujas águas são identificadas, como das mais turvas do planeta. Embora não seja o único problema de contaminação deste rio, estima-se que sejam transportados, nas suas águas, 680 milhões de toneladas de sedimentos, por ano. Estes valores devem-se, maioritariamente, aos quilómetros que o rio percorre na plataforma tibetana. Este altiplano enfrenta graves problemas de desflorestação, ficando os solos expostos à erosão e desertificação. As águas que correm nessa zona vão ficando saturadas de sedimentos, dando a cor amarela que caracteriza o rio (não confundir o Yangtsé ou rio Azul, com o rio Amarelo, que também corre na China). A barragem das Três Gargantas exacerbou significativamente o problema da contaminação, a montante, sendo registados níveis de contaminação elevadíssimos, incluindo por sedimentos, como se pode observar na Figura 9.



Figura 9 - Poluição no rio Yagtsé, China - Fonte: lordfarmer, 2010

Os danos ambientais da sedimentação não acabam por aqui. Na década de 90, do século XX, num estudo efetuado por Risk (1995), foi identificado que os sedimentos eram encarados pelos especialistas, como a maior causa do declínio dos recifes de coral, sendo que, mundialmente, as percentagens de recifes afetados pelo assoreamento é de 60 a 70%, dos recifes marginais.

Hoje em dia, o branqueamento dos corais, devido à maior concentração de CO<sub>2</sub> dissolvido no oceano, parece rivalizar com o assoreamento (na figura), nas causas de desaparecimento dos recifes de coral.



Figura 10 - Assoreamento nos recifes de coral - Fonte: ocean.si.edu, 2000

Os sedimentos erodidos, facilmente chegarão às águas dos rios, lagos, estuários e finalmente aos oceanos. A contaminação das águas por sedimentos tem uma dupla dimensão:

- **Dimensão física** – a elevação da turvação das águas que recebem os sedimentos e os impactos, ecológico e físico, da sua deposição.
- **Dimensão química** – a silte e a fração argilosa absorvem químicos, principalmente fósforo, dos fertilizantes e cloro, dos pesticidas clorados, transportando-os consigo para o sistema hídrico (FAO, 1997).

### 2.2.2 – Contaminação por agroquímicos

Os químicos utilizados na agricultura, ou agrotóxicos, são os contaminantes da água mais significativos. Podem chegar à água por via da sua aplicação intencional nos campos adjacentes, por deriva ou por escoamento superficial. Outros tipos de vias de contaminação dos cursos de água superficiais são a chuva, as águas subterrâneas, se existir infiltração nos solos (Andrade, 2011)

Devido a esta infiltração, os aquíferos apresentam, também, vulnerabilidade à contaminação, essencialmente devido ao uso de adubos, naturais ou químicos, que contém nitratos, fosfatos e potássio. O cultivo de plantas, como por exemplo leguminosas, pode trazer quantidades importantes de nitratos para o solo, que, posteriormente, podem passar para as águas subterrâneas (Antão, 2005). Os nitratos constituem, em Portugal, um problema crescente tanto em extensão como em intensidade e persistência (LNEG, 2002). Geralmente, em condições normais, o ião nitrato sofre um processo de oxidação/redução antes de atingir a zona de saturação das águas subterrâneas, mas em terrenos de baixa atividade biológica isso pode não acontecer (Antão, 2005). O incremento de nitritos, nitratos e amónio, nas águas, deve-se à utilização de fertilizantes inorgânicos, como o amoníaco, sulfato de amónio, nitrato de amónio e carbonato de amónio e de fertilizantes orgânicos, como a ureia.

O incremento de sulfatos, cloretos e fósforos nas águas subterrâneas é um problema menos preocupante, sendo que está relacionado com a aplicação de fertilizantes como o sulfato de amónio, cloreto de potássio, carbonato de potássio e compostos de fósforo.

A contaminação por fertilizantes deve-se ao facto das quantidades aplicadas serem superiores à quantidade necessária para o desenvolvimento das plantas (LNEG, 2002).

O uso de pesticidas pode, também, constituir um problema grave e permanente. O DDT, por exemplo, foi um dos pesticidas mais utilizados no passado. Este tipo de pesticidas, caracterizam-se por ser quimicamente estável, tendo uma elevada persistência no ambiente. Como consequência e embora se tenham registado aplicações esporádicas os seus efeitos nocivos devido à sua elevada toxicidade, persistiram durante décadas.

O tipo de problemas, para os ecossistemas e seres vivos, que advêm da utilização inadequada de cada fertilizante ou pesticida, varia. Assim uma breve classificação das fontes e tipos de contaminantes, bem como uma abordagem aos problemas associados,

mais usuais, e respetivas medidas de mitigação, permitirá clarificar os aspetos mais importantes da contaminação por ação de agrotóxicos.

#### 2.2.2.1 – Tipos de fontes e de poluentes e problemas associados

As fontes de poluição de águas podem ser classificadas, consoante a forma de dispersão no meio ambiente. Assim, podem ser classificadas em fontes pontuais e fontes não-pontuais.

As **fontes pontuais** (localizadas ou tóxicas) de poluição da água englobam as formas de poluição visíveis, discretas ou confinadas como condutas, canais, túneis, poços ou canos que descarregam as águas residuais nos cursos de água. Neste tipo de fontes são também abarcadas a poluição proveniente de navios ou outras estruturas flutuantes, fissuras em contentores. Neste termo não se incluem as descargas agrícolas de água da chuva, nem o caudal de retorno das águas de regadio.

As **fontes não-pontuais** (ou difusas) são o resultado das atividades humanas, nas quais, não é clarificado, o local de entrada dos contaminantes, nos cursos de água que os recebem (FAO, 1997). Geralmente, resultam do escoamento da terra para a água, precipitação, drenagem, infiltração ou deposição atmosférica e modificações hidrológicas. Este termo inclui as descargas de água de tempestade da agricultura e os fluxos de retorno da água de irrigação ao curso, superficial ou subterrâneo, ou espelho de água (US EPA, 2012). Obviamente, a identificação, medição e controlo da contaminação, por fontes não-pontuais, é mais difícil.

Convencionalmente, na maioria dos países, todos os tipos de práticas agrícolas e formas de utilização da terra, incluindo as operações de alimentação animal, consideram-se fontes não-pontuais, logo aí se poderá observar as dificuldades de medição e controlo direto, daí a dificuldade de regular e regulamentar os efluentes hídricos agrícolas (FAO, 1997).

Os quatro grandes tipos de poluentes da água podem ser classificados como:

1. **Contaminantes orgânicos biodegradáveis:** aqueles que ao fim de algum tempo são decompostos pelas bactérias, como por exemplo, alguns inseticidas e fertilizantes;
2. **Contaminantes orgânicos não biodegradáveis:** estes atingem grandes concentrações, na água, acumulando-se nas cadeias tróficas, levando à morte dos seres vivos. Como exemplo podemos dar o DDT;
3. **Contaminantes inorgânicos:** metais pesados, entre outros
4. **Nutrientes:** nitratos e fosfatos

Os causadores de maiores problemas serão os contaminantes não biodegradáveis, pois não se dispersando e sendo altamente tóxicos, irão causar graves danos nos ecossistemas e, principalmente, no ser humano.

Ainda assim, os contaminantes orgânicos biodegradáveis, principalmente os fertilizantes, causam também grandes problemas à água e aos seres vivos que nela habitam e dela dependem para sobreviver. A eutrofização é um desses problemas.

Os principais problemas causados por estes poluentes são:

Nas águas subterrâneas:

- A utilização inadequada de fertilizantes nitrogenados e fosforados em zonas de regadio com solos permeáveis e aquíferos livres, causando aumentos consideráveis de nitratos nos aquíferos;
- Elevada taxa e reciclagem de águas subterrâneas em áreas de regadio intensivo;
- Lançamento indiscriminado de resíduos de animais sobre solo e zonas vulneráveis;
- Utilização incorreta ou exagerada de pesticidas em solos muito permeáveis com escassa capacidade de adsorção (LNEG, 2002)



### 2.2.2.2 - Exemplo de contaminação, das águas subterrâneas: A Zona Vulnerável do Tejo (ZVT)

Em virtude das características hidrogeológicas e da ocupação agrícola intensiva, em 2004, o sector norte da zona aluvionar do rio Tejo, representada geograficamente na Figura 11, foi designado de zona vulnerável à poluição não-pontual de nitratos de origem agrícola. Esta área abrange vários concelhos, sendo que a sua área aproximada será de 19124 hectares. Esta designação de vulnerabilidade, comporta uma obrigatoriedade processual de elaboração de um plano de ação, sendo que um dos seus principais objetivos será a implementação de práticas agrícolas sustentáveis e socialmente aceites.

Esta preocupação com a qualidade da água subterrânea da zona vulnerável, tem como origem os resultados obtidos numa série de análises, que indicavam uma contaminação significativa, por nitratos e pesticidas, nas imediações da Golegã, da Azinhaga e da Chamusca. Estes resultados reforçaram a necessidade do desenvolvimento de práticas que visem o uso sustentável de fertilizantes azotados e de pesticidas, nas principais culturas da ZVT.

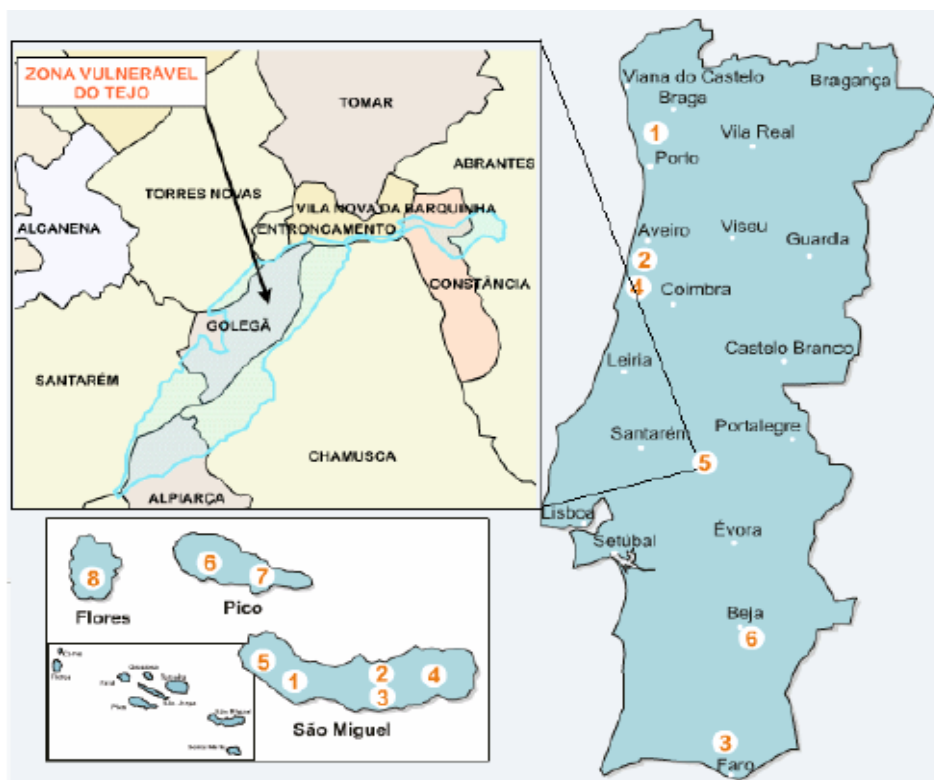


Figura 11 -Localização geográfica das zonas vulneráveis em Portugal, com indicação da ZVT  
Fonte: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 2005



Figura 12 - Localização da ZVT, nos aluviões do Tejo – Fonte: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 2005

### 2.2.2.3 – Eutrofização

A eutrofização caracteriza-se pelo enriquecimento das águas superficiais, com nutrientes, essencialmente azoto e fósforo. Este processo pode acontecer naturalmente, no entanto, atualmente, ocorre, principalmente, devido a fontes de nutrientes antropogénicas. A agricultura convencional é um dos principais fatores de eutrofização (FAO, 1997), pois utiliza grandes quantidades de fertilizantes NPK (Azoto, Fósforo e Potássio), os quais provocam o crescimento anormal da flora aquática, nas águas continentais, como rios, lagos ou albufeiras, tal como nas águas costeiras. As águas subterrâneas são também contaminadas, principalmente por nitratos, o que faz com que a maioria da água dos aquíferos, não seja mais passível de ser consumida por humanos.

Existem vários estados de eutrofização, nos quais se podem encontrar as massas de água, ditando estes o grau de deterioração da sua qualidade, devido ao fenómeno em descrição. Assim, o **estado de eutrofização** é um conceito híbrido referente ao estado nutricional (principalmente, devido ao fósforo) de um lago ou reservatório, mas é sempre descrito em termos de atividade biológica, que ocorre em resultado desses níveis nutricionais.

Os principais estados tróficos são (Sousa *et al.*, 1995):

1. Oligotrófico
2. Mesotrófico
3. Eutrófico
4. Hipertrófico

#### **1. Oligotrófico**

- Baixa concentração nutricional;
- Desenvolvimento limitado do plâncton e plantas aquáticas;
- Água límpida;
- Boa penetração da luz;
- Crescimento da comunidade aquática submersa;
- Elevada biodiversidade;
- Elevado teor de oxigénio dissolvido.

## **2. Mesotrófico**

- Aumento da concentração de nutrientes;
- Desenvolvimento do fitoplâncton;
- Aumento da turvação;
- Redução da comunidade vegetal submersa.

## **3. Eutrófico**

- Elevado enriquecimento nutricional;
- Crescimento de plâncton exacerbado;
- Alta produtividade;
- Extensa área coberta com plantas aquáticas;
- Baixos níveis de oxigénio dissolvido.

## **4. Hipertrófico**

- Enriquecimento máximo com nutrientes;
- Excesso de algas e plantas aquáticas;
- Reduzida biodiversidade;
- Exige a intervenção do Homem.

Este são os estados de eutrofização, que se irão suceder, se a contaminação continuar ou se não forem implementadas medidas de correção.

Quando o sistema hídrico se encontra eutrofizado, existe uma quantidade de sintomas e efeitos, no seu ecossistema. Segundo, estudos da FAO, elaborados na década de 1990, eles serão:

- Aumento da produção e biomassa de fitoplâncton, algas e macrófitas;
- Modificação do habitat, por integração de novas plantas aquáticas;
- Produção de toxinas, por parte de determinadas algas;
- Aumento dos gastos de operação dos sistemas públicos de abastecimento de água, pois há deterioração do sabor e do odor, especialmente durante os períodos de proliferação de algas;
- Perda da oxigenação da água, especialmente quando a proliferação das algas termina, dando lugar a processos de decomposição microbológica, o que normalmente dá origem à mortalidade da macrofauna aquática;

- Possível produção de gases tóxicos (amónia, H<sub>2</sub>S) e toxinas, provenientes das algas-azuis; (Brigante *et al.*, 2003)
- Problemas nas ETAs com a formação de clorofórmio (cancerígeno), pela reação da matéria orgânica com Cloro (Brigante; Espinídola, 2003);
- Redução da possibilidade de utilização da água para fins recreativos, devido ao lodo;
- Impedimento da navegação devido ao crescimento de densas massas de plantas aquáticas;
- Perdas económicas devido à morte dos peixes.

Resumindo, a presença excessiva de fósforo e de azoto nos recursos hídricos, quando se verificam condições abióticas favoráveis, como a luminosidade e temperatura, permite o desenvolvimento de certos organismos, nomeadamente fitoplanctónicos (algas e cianobactérias), e de plantas flutuantes. Devido ao aumento destas comunidades, a transparência da água diminui, como se pode observar na figura que se segue, e muitas espécies existentes nessas massas de águas morrem, pelo que a quantidade de matéria orgânica passível de ser decomposta aumenta e, conseqüentemente certos organismos, como peixes passam a competir com os decompositores pelo oxigénio disponível. À medida que o processo de eutrofização aumenta, a disponibilidade de oxigénio limita-se a uma camada superficial ocupada por algas e cianobactérias (Silva, 2005).



Figura 13 - Lagoa eutrofizada, nos Açores – Fonte: ilha das flores, 2013

## 2.3 – Práticas contra a contaminação das águas por fertilizantes

Devem ser tomadas medidas adequadas para garantir que as atividades agrícolas não prejudiquem a qualidade da água, de modo a não comprometerem a sua posterior utilização, para diferentes finalidades (FAO, 1990).

A resposta à necessidade de controlar a lixiviação e a escorrência de nutrientes, bem como a necessidade de controlar a contaminação dos solos e água por metais pesados não foi uniforme na Europa.

As medidas de controlo formam parte de um problema mais amplo de utilização de fertilizantes minerais e orgânicos

### 2.3.1 – Fertilizantes minerais

O tipo de controlos, voluntários e obrigatórios, estabelecidos na Europa, em relação aos fertilizantes minerais, envolvem (FAO,1996):

- Impostos sobre os fertilizantes;
- Obrigatoriedade de planos relativos a fertilizantes;
- Prevenção da lixiviação de nutrientes depois do período vegetativo, aumentando a superfície protegida com uma cobertura vegetal no Outono e Inverno, e durante a através da sementeira de cultivos, com capacidade elevada de consumo de azoto;
- Promoção de métodos de aplicação mais adequados, bem como o desenvolvimento de novos fertilizantes menos nocivos para o ambiente e promoção da análise de solos;
- Forte limitação do uso de fertilizantes, por exemplo, nas zonas de extração de água e nas zonas delimitadas como protegidas.

### 2.3.2 – Fertilizantes orgânicos

As medidas de controlo voluntário e impostas por lei, na Europa, têm como objetivo conseguir os seguintes benefícios:

- Reduzir a lixiviação;
- Reduzir as emissões de amoníaco;
- Reduzir a contaminação por metais pesados.

A natureza destas medidas varia segundo os países, no entanto estas medidas podem-se resumir, da seguinte forma (FAO, 1996):

- Controlar o número máximo de animais domésticos por hectare, controlando o volume de estrume que se poderá aplicar, sem perigo;
- A quantidade máxima de estrume que se poderá aplicar na terra, consoante o seu conteúdo em N e P, o que requer análises;
- Emissão de licenças para as explorações que desejam ter mais que esse número de animais;
- Os períodos durante os quais se poderá aplicar o estrume na terra, devem ser limitados, sendo obrigatório lança-lo no solo imediatamente depois de pronto;
- Estabelecimento de regulamentos sobre a capacidade mínima das instalações de armazenamento de estrume;
- Estabelecimento de um plano metódico de fertilizantes;
- Impostos sobre os excedentes de estrume;
- Devem-se ampliar as coberturas vegetais, de Outono e Inverno, promovendo o pousio;
- As quantidades máximas da aplicação de lamas, na terra, foram já alvo de regulamentação, tendo em conta o seu teor de metais pesados;
- Alterações, nas composições das rações para reduzir a quantidade de nutrientes e metais pesados;
- Investigação e desenvolvimento de medidas para reduzir as perdas de amoníaco.

“Nas mãos daquele que é sábio,  
a terra torna-se ouro”

Rumi, poeta sufi persa, do século XIII

### **3 - Solo e Agricultura**

A pressão induzida pelo Homem nos recursos biofísicos aumenta proporcionalmente, com o crescimento populacional. Nos países mais ricos, a tomada de consciência da necessidade de tecer considerações ambientais, na gestão do solo, bem como, a habilidade de seguir os princípios da agricultura sustentável, têm contribuído para que a imposição de estratégias nacionais para a utilização racional dos recursos biofísicos. Por sua vez, os países mais pobres, continuam a sua rota de degradação do solo, diminuindo as probabilidades de conseguirem suprir as suas necessidades alimentares (USDA, 1998). Muitos conflitos nacionais, estão relacionados com a redução da produtividade da terra, para suportar uma economia baseada na agricultura. No entanto, têm sido implementados programas, nessas regiões, visando a ajuda, na melhoria da gestão dos seus recursos naturais, cuja degradação apenas agrava os problemas dos mais pobres.

A degradação do solo define-se, como sendo a perda de uma parte das suas funções, tais como: alimentação de plantas, filtração de águas ou acolhimento da biodiversidade, entre outras. Cerca de 2 mil milhões de hectares estão degradados, ligeira ou gravemente, o que representa mais de metade dos terrenos cultiváveis, do planeta (*Le Monde Diplomatique*, 2008). Das causas para a degradação do solo, as



atividades humanas são as principais. Destacam-se a agricultura intensiva e a desflorestação, como aceleradoras da erosão, hídrica e eólica.

Estas atividades são causadoras de outros efeitos nocivos no solo, tais como: a alteração da composição e a modificação física do solo. Todos estes fatores, bem como os seus efeitos, são cumulativos entre si, mas cada um terá as suas especificidades, seguidamente, descritas:

#### 1. Erosão Hídrica

É o processo através do qual o movimento de água faz soltar partículas do solo e as arrasta. Este processo associado à escorrência da água da chuva ou da água de superfície, agrava-se com as práticas de exploração agrícola. As práticas intensivas, conduzem, a médio ou longo-prazo, à secura das terras, à diminuição da biodiversidade e ao desaparecimento de biomassa que cobre a terra. O conjunto destes fatores impede a penetração perfeita da água no solo, aumentando o efeito da erosão do solo.

#### 2. Erosão Eólica

É desagregação de partículas do solo por ação do vento. Atinge sobretudo as zonas peri-desérticas, como as grandes planícies do EUA, a franja do Sahel e os planaltos do Norte da China. A exploração agrícola constitui um fator de agravamento, pois um solo lavrado, desprende-se mais facilmente, pelo que é mais facilmente levado pelo vento.

#### 3. Alteração da composição Química

A absorção de elementos minerais presentes na terra cultivada (N,P,K, entre outros) se não for compensada pelo fornecimento de novos nutrientes leva a uma diminuição da fertilidade. Do mesmo modo, se a acidificação do solo (acidez natural gerada pelo crescimento de vegetação) não for reequilibrada, diminuirá o rendimento da produção agrícola. A salinização é outro exemplo de alteração química, com origem antropogénica.

#### 4. Degradação de natureza física

Resulta, entre outras variáveis, do abatimento de solos, fenómeno provocado pela utilização de maquinaria pesada ou, em menor grau, pela ação dos animais de pastoreio,

em especial dos de grande porte. Com efeito, num solo calcado as raízes desenvolvem-se menos (*Le Monde Diplomatique*, 2008).

Na Figura 14 pode-se constatar que grande parte dos solos do mundo já se encontra degradado, com maior ou menor grau de severidade, principalmente devido aos fenómenos que se acabaram de explicitar:

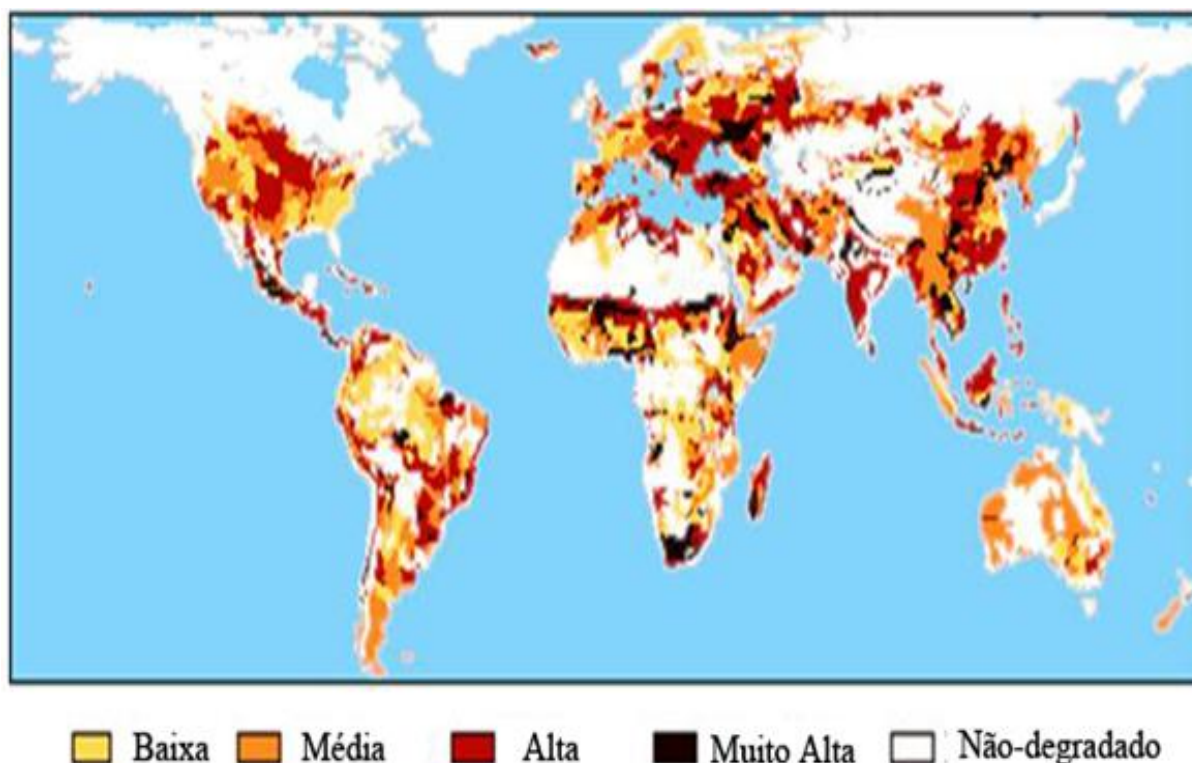


Figura 14 - A degradação do solo, nas diferentes regiões do mundo – Fonte: UNEP,1990

O grau de severidade da degradação dependerá da (UE, 2006):

- Intensidade das práticas agrícolas e desflorestação;
- Natureza do solo;
- Sua exposição ao vento, humidade e outros elementos; e
- Taxa de concentração da população e seu nível de rendimento.

Existem formas de combater esta degradação do solo, de uma forma integrada, com a proteção de outros componentes do ambiente, aliando essa preservação dos recursos naturais à produtividade agrícola.

A descrição de fenômenos de degradação do solo, tais como a desertificação, a salinização e a contaminação por substâncias químicas ou metais pesados, irá permitir uma compreensão da magnitude do problema, bem como a importância da tomada de posição, por parte da comunidade internacional.

Uma das grandes questões dos nossos tempos, contemplada no primeiro ponto dos Objetivos do Milênio, da ONU, é a chegada de alimentos a todos os seres humanos. Esse objetivo, nunca esteve tão perto de ser concretizado, mas a deterioração dos recursos naturais tem-se processado a um ritmo sem precedentes, sendo que a produção de alimentos, será de todas as atividades nefastas para o ambiente, aquela que mais danos, terá infringido nos vários ecossistemas do planeta, que para além de prestarem serviços benéficos à sociedade, são também essenciais para sustentar a biodiversidade.

Sendo assim, há que encontrar uma forma de produzir alimentos sem causar danos tão penosos no ambiente, pois o risco de comprometer as produções futuras é demasiado grande para ser ignorado, surgindo em consequência da gestão ineficaz dos recursos naturais, incluindo o solo.

### 3.1 – Desertificação

Embora intimamente relacionado com o assunto das alterações climáticas e os seus efeitos na agricultura, a temática da desertificação, é um problema que afeta o solo e a sua produtividade, daí a sua integração, neste capítulo. O facto de as práticas convencionais de gestão dos solos terem uma importância significativa na ocorrência deste fenómeno, leva também a que se associe a desertificação a esta temática.

O fenómeno de desertificação afeta de forma desigual o planeta, no entanto este processo irá alterar o mapa agrícola global. Em 1994, com o objetivo de forjar uma aliança global para reverter e prevenir a desertificação/degradação do solo e para mitigar os efeitos da seca nas áreas afetadas, com o objetivo de auxiliar a redução da pobreza e a sustentabilidade ambiental, foi estabelecida a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, que definiu o conceito desertificação como a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as alterações climáticas e as atividades humanas (UNCCD, 1994).

Na origem, da palavra **desertificação**, foi considerado o sentido estrito de formação de deserto, pela expansão do Saara, no Sahel africano (Le Houérou, 2002). Mas o seu significado foi sendo ampliado à medida que o texto da Convenção foi sendo elaborado, pois, como se pode observar no mapa da Figura 15, há bastantes mais regiões onde o processo de desertificação está em desenvolvimento, sem que haja nenhum deserto, propriamente dito, para se propagar.

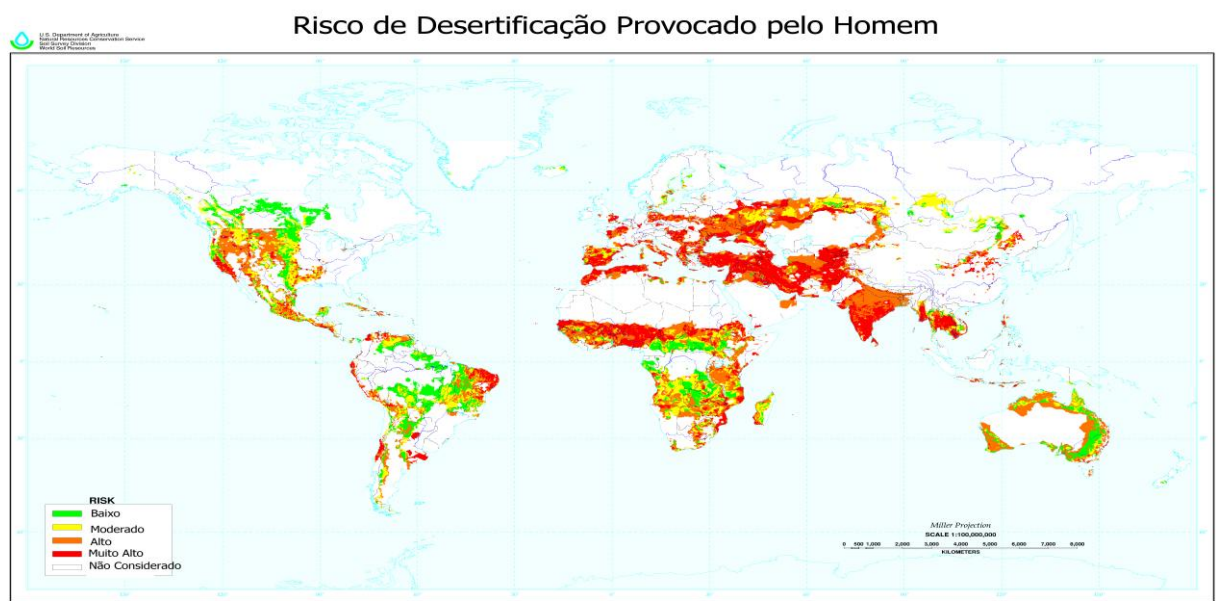


Figura 15 - O risco de desertificação induzida pelo Homem – Fonte: USDA, 2001

As causas e consequências da desertificação costumam estar interligadas por mecanismos de retroalimentação, formando ciclos viciosos (Matallo Júnior, 2001). O processo parece progredir em quatro fases, que se sucedem e coexistem, em determinados momentos:

1. Degradação do solo;
2. Redução da capacidade produtiva da agropecuária;
3. Redução dos benefícios financeiros da agropecuária; e
4. Deterioração das condições sociais da população da área.

A degradação da terra, por causas naturais, deve-se, principalmente, às alterações climáticas. Os desastres naturais de ocorrência incerta, como terremotos ou furacões são considerados causas de deterioração da qualidade dos solos e devem também ser aceites como causas de desertificação (UNCCD, 1994).

Os efeitos das secas, nomeadamente as mais severas, reduzem, temporariamente, a produtividade biológica das áreas de vegetação autóctone. Ainda assim, devido ao seu carácter natural e cíclico, o seu efeito é, geralmente, reversível, dado que as espécies, vegetais e animais autóctones estão adaptadas a este fenómeno.

A desflorestação é também uma forma de degradação da terra, se efetuada de uma forma continuada e persistente. Existem vários destinos a dar aos terrenos, que antes eram ocupados pela vegetação, mas apenas se identifica um que poderá desencadear o processo de desertificação por si só: a construção de reservatórios artificiais, tal como por exemplo, as barragens, podem originar degradações ambientais, económicas e sociais de maior vulto (Sampaio *et al.*, 2005).

Nas áreas suscetíveis de serem desertificadas, a água será o principal fator limitante da produção agrícola. É natural, portanto, que a irrigação seja a técnica utilizada que terá maior impacto positivo no rendimento agrícola. No entanto, a longo-prazo a irrigação poderá levar à escassez de água, bem como à salinização da camada superficial e encharcamento das partes mais baixas do terreno. Estes dois últimos efeitos da irrigação poderão ser considerados como um possível início do processo de desertificação. A implantação de um sistema de drenagem eficiente, poderá mitigar todos estes efeitos.

A desertificação causada pela desflorestação para usos agrícolas, dependerá das práticas utilizadas pelos agricultores.

A perda de fertilidade do solo é uma causa e consequência da desertificação, que aumenta com a inevitável retirada dos nutrientes contidos nos produtos agrícolas. Quanto maior a produtividade, maiores serão as perdas nutricionais do solo. Existe uma reposição natural de nutrientes, pelos ciclos naturais e pela decomposição dos minerais do solo, mas esta tende a ser mais lenta.

A fertilização química, muitas vezes, fixa quantidades excessivas, de alguns nutrientes no solo, conduzindo a desequilíbrios nutricionais, o que pode levar a uma deterioração das suas características solo.

A perda de matéria orgânica no solo acompanha a atividade agrícola. Esta perda ocorre, inicialmente, de uma forma rápida, reduzindo, depois, a velocidade, até estabilizar num patamar, inferior ao inicial. A perda de matéria orgânica tem um papel prejudicial na manutenção de características físico-químicas do solo, daí que esta perda inevitável deverá ser encarada como uma deterioração. No entanto, nem sempre ela leva a uma redução na produtividade, pois a reposição de nutrientes poderá ser feita de uma forma sustentável.

Outra forma generalizada de perda da fertilidade do solo é a erosão, que tende a agravar-se com a eliminação do coberto vegetal e com o declive. Uma redução significativa da camada superior do solo pode levar a uma espessura incompatível com muitas espécies de plantas. Esta camada tem um triplo papel:

- Suporte físico da vegetação e crescimento de raízes;
- Espaço para armazenamento de água; e
- Espaço para armazenamento de nutrientes em formas disponíveis para absorção pelas plantas (Sampaio *et al.*, 2005).

Sendo uma das maiores causas de deterioração da qualidade do solo, o essencial combate à desertificação envolve uma ação junto das populações rurais, apoiando os pequenos produtores agrícolas, de modo a que as práticas por estes adotadas sejam condicentes com o requerimento de sustentabilidade do solo e das restantes condições propícias à perpetuação dos recursos naturais, tendo sempre em conta a região geográfica em que se insere a produção agrícola e as fragilidades dos vários componentes do ecossistema que se forma.

O investimento em explorações intensivas tem impactes negativos, causados pela conjugação de práticas convencionais, que degradam o solo. As medidas apresentadas, no seguimento deste capítulo, irão de encontro com as necessidades de preservação do solo, visando o combate à sua desertificação.

### 3.2 – Salinização

A salinização é o processo que leva ao aumento excessivo de sais solúveis na água e no solo. A acumulação de sais, incluindo sódio, potássio, magnésio e cálcio, cloretos, sulfatos, carbonados e bicarbonatos, principalmente cloreto de sódio (NaCl) e Sulfato de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

O processo de salinização poderá ser:

- **Primário:** a acumulação de sais ocorre por processos naturais, devido à elevada salinidade da rocha-mãe ou da água subterrânea;
- **Secundário:** a acumulação de sais ocorre devido a fontes antropogénicas, tal como a prática de irrigação, com águas ricas em sais e com uma drenagem insuficiente do solo.

Poderá também ocorrer outro fenómeno que dá pelo nome de sodificação, que é o processo de incrementação do sódio permutável, contido no solo. O excesso de sódio resulta na destruição da estrutura do solo, que, devido à falta de oxigénio, se torna incapaz de assegurar o crescimento das comunidades de plantas e de vida animal (UE, 2009).

Na Figura 16 podemos identificar quais são as áreas mais afetadas pela salinização na UE, sendo que o total será entre 1 a 3 milhões de hectares, principalmente nos países do Mediterrâneo. A salinização constitui uma forma significativa de degradação da qualidade do solo, sendo que é a maior causa de desertificação. A sodificação é também um dos problemas de maior relevância que afetam o potencial de utilização dos solos europeus.

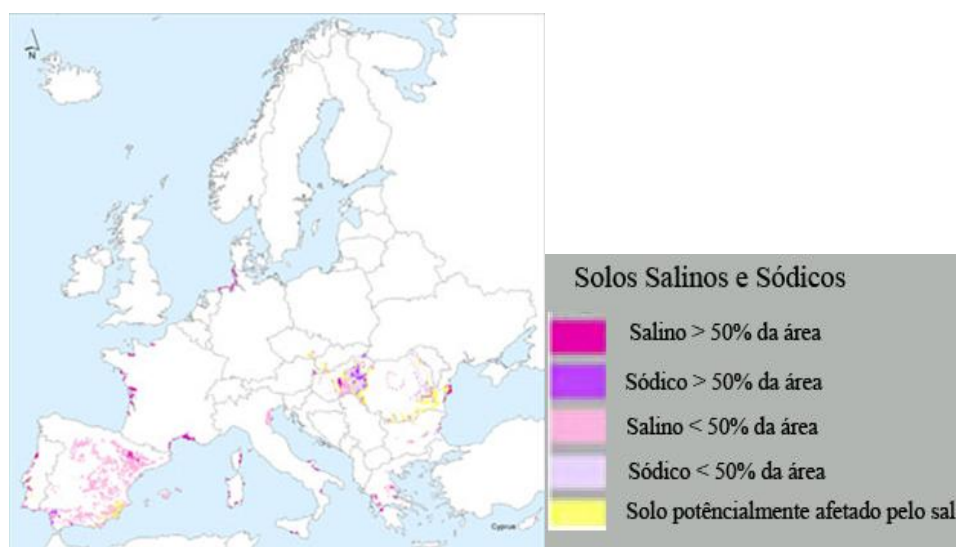


Figura 16 - A salinização e sodificação, na UE – Fonte: UE, 2009

### 3.3 – Contaminação dos solos

A contaminação do solo é a ocorrência de poluição, acima de certos níveis admissíveis, causando a deterioração ou perda de uma ou mais funções do solo. Pode também ser definida como a presença de químicos, produzidos pelo Homem, ou outras alterações nas condições naturais do solo (UE, 2012). A contaminação afeta a fertilidade de um solo, sendo um fator que limita a produção de alimentos, em quantidade e em qualidade.

Este tipo de contaminação, geralmente, ocorre devido ao derrame ou aplicação direta de substâncias perigosas sobre o solo (US EPA, 2011). Podem ser exemplos de possíveis fontes de contaminação dos solos, as seguintes ocorrências:

- Ruptura de tanques subterrâneos de armazenamento de hidrocarbonetos;
- Aplicação de pesticidas;
- Percolação de águas superficiais contaminadas, para os estratos do subsolo;
- Lixiviação de resíduos de aterros;
- Descarga direta de resíduos industriais para o solo (UE, 2012).

Os poluentes mais comuns serão os hidrocarbonetos de petróleo, solventes, pesticidas, compostos radioativos, chumbo ou outros metais pesados. A ocorrência deste fenómeno está relacionada com o grau de industrialização e intensidade do uso de químicos, incluindo na agricultura (UE, 2012).

Normalmente, os contaminantes no solo estão, física ou quimicamente, ligados às partículas do solo, e se não estão ligados, estão associados nos espaços intersticiais das pequenas partículas (US EPA, 2011).

Os contaminantes no solo podem ser nocivos para as plantas, impedindo-as de crescer normalmente ou provocando a sua morte. Podem, também, ter um impacto negativo na saúde dos animais, pois estes podem ingerir, respirar ou tocar o solo contaminado. Os animais podem consumir plantas contaminadas, sendo que também serão afetados pelo mesmo poluente, que poderá ser bioacumulável. O Homem pode ingerir plantas e animais contaminados, logo também sofrerão a ação nociva desses mesmos poluentes (US EPA, 2011).



### 3.3.1 - Contaminação por metais pesados

Pela sua magnitude, e por ter também na sua origem os processos agrícolas, o problema da contaminação com metais pesados será analisado em particular. A contaminação por metais pesados atinge proporções importantes. Nos EUA, cerca de 16% dos solos reabilitados ou em reabilitação eram contaminados exclusivamente por metais pesados, cerca de 49% continham compostos orgânicos e metais pesados, ou seja 65% dos terrenos reabilitados ou em reabilitação possuíam contaminação por metais (Antão, 2007).

Ao contrário dos compostos orgânicos, os compostos inorgânicos não são degradados, pelo que a sua presença no solo coloca um problema de impacte ambiental a longo-prazo. (Antão, 2007).

Os solos contaminados por metais pesados, devido aos resíduos da atividade agrícola e/ou industrial, perderão a sua capacidade de produzir alimentos saudáveis. Os metais pesados entrarão na cadeia alimentar, através da sua absorção pelas raízes das plantas, ou por ingestão por parte de animais, e serão consumidos pelo ser humano.

Na agricultura convencional, a utilização de fertilizantes fosfatados, poderá constituir uma fonte de contaminação com cádmio e chumbo, pois este tipo de adubos contém uma pequena percentagem desses elementos. Ainda assim, nem sempre estes metais atingem níveis tóxicos no solo. Os resultados de um estudo efetuado na ilha de Java, na Indonésia, apontam para que os solos após 30 a 40 anos de aplicação de fosfatos continuarão produtivos.

A utilização de fertilizantes fosfatados, na agricultura convencional, é essencial, especialmente em locais com chuva abundante e de rápida infiltração. Estas condições resultam num pH baixo e altos níveis de óxidos de ferro e alumínio. Estes, por sua vez irão imobilizar o fósforo no solo, impedindo a sua entrada, como nutriente, nas plantas. (FAO, 2003)

No entanto, a contaminação de solos devido às lamas de esgoto, ao tráfego rodoviário, à mineração e alguns tipos de indústria, como a galvanização e os curtumes, aumentam exponencialmente as percentagens de metais pesados nos solos, afetando conseqüentemente a produção agrícola.

Existem poucas técnicas alternativas para o tratamento de metais pesados. Entre essas, de acordo Antão (2005), podem-se realçar as seguintes:

- **Eletrocinética** – utilizada em solos homogêneos e húmidos;
- **Fito-reabilitação** – aplicada onde a contaminação é superficial e a concentração de contaminantes é baixa, levando mais tempo a tratar o solo.
- **Lavagem dos solos** – exige um equacionamento correto dos riscos potenciais de contaminação do aquífero por dissolução residual do local. A permeabilidade e as características do escoamento do aquífero, serão os fatores que influenciam esta tecnologia;
- **Solidificação e Estabilização.**

A poluição por metais pesados assume um papel significativo na degradação da qualidade do solo e dos alimentos nele produzidos. Assim sendo, antes da implantação de uma exploração agrícola, a concentração de metais pesados presente no solo deve ser medida. É de realçar, que não deverá ser apenas nas explorações agrícolas que estas concentrações devem ser medidas e corrigidas. A título de exemplo, aquando da implementação de um bairro residencial ou de uma urbanização, não deverão ser menosprezados os índices de contaminação por metais pesados, tendo em conta o histórico e as atividades presentes nas imediações do local em questão.

### 3.2.2 – Contaminação por pesticidas

Esta categoria de compostos orgânicos subdivide-se em pesticidas clorados e pesticidas organo-fosforados.

Os pesticidas clorados são utilizados como inseticidas, herbicidas e fungicidas, sendo o DDT, hoje em dia proibido, o mais conhecido por razões históricas. Outros exemplos desta categoria de pesticidas, podem ser:

- Lindano
- Dieldrina
- Aldrina
- Heptacloro
- Clordano
- Toxafeno
- DDD e DDE

Quase todos foram retirados do mercado por apresentarem elevada toxicidade para o Homem, pois não se degradam na natureza e tendem a acumular-se nos tecidos adiposos da maior parte dos mamíferos.

Por sua vez, os pesticidas organo-fosforados são geralmente tóxicos para o Homem e animais. São exemplos desta categoria (Antão, 2007):

- Perathion
- Malathion
- Dicapthon
- Metasystox

Os principais pesticidas são os chamados Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), encontrando-se listados na tabela 1:

Tabela 1 - Os 12 POP's e o seu tempo de persistência no ambiente – Fonte: ICCA - 1998

<b>Substância</b>	<b>Meia vida no ar</b>	<b>Meia vida na água</b>	<b>Meia vida no solo</b>	<b>Meia vida nos sedimentos</b>
<b>DDT</b>	2 dias	>1 ano	>15 anos	Sem dados
<b>Aldrina</b>	<9.1 horas	<590 dias	5 anos	Sem dados
<b>Dieldrina</b>	<40.5 horas	>2 anos	>2 anos	Sem dados
<b>Endrina</b>	1.45 horas	>112 dias	Até 12 anos	-
<b>Clordano</b>	<51.7 horas	>4 anos	1 ano	Sem dados
<b>Heptacloro</b>	Sem dados	<1 dia	120-240 anos	Sem dados
<b>HCB</b>	<4.3 anos	>100 anos	>2.7 anos	-
<b>Mirex</b>	Sem dados	>10 horas	>600 anos	>600 anos
<b>Toxafeno</b>	<5 dias	20 dias	10 anos	-
<b>PCBs</b>	3-21 dias	>4.9 dias	40 dias	-
<b>Dioxinas (2,3,7,8-e- 1,2,3,4-TCDD)</b>	<9 dias	>5 dias	10 anos	>1 ano
<b>Furanos (2,3,7,8)</b>	7 dias	>15.5 dias	Sem dados	Sem dados

No passado, os pesticidas de arsénio foram largamente utilizados na produção agrícola até que foram substituídos, após a Segunda Guerra Mundial, pelos pesticidas clorados. Apesar de terem decorrido mais de 50 anos, a verdade é que hoje se podem encontrar concentrações elevadas de arsénio, nos terrenos agrícolas onde foram utilizados com maior intensidade. O mercúrio foi também utilizado como constituinte de alguns pesticidas convencionais. No entanto, será mais usual encontra-lo como contaminante do solo, em áreas que foram utilizadas para armazenamento ou deposição de resíduos. O chumbo é outro elemento que se encontrava presente em pesticidas usados antes da Segunda Guerra Mundial e que contribuiu para os altos níveis de chumbo verificados nos solos de antigas hortas.

Os herbicidas serão os pesticidas mais persistentes no ambiente. O seu comportamento, depende das suas propriedades físico-químicas e biológicas do solo, bem como de fatores climáticos (Sousa *et al.*, 1995). Os três processos básicos que podem ocorrer com os pesticidas no solo são retenção, transformação e transporte.

**Retenção** – tendência de fixar a molécula de herbicida, impedindo-a de se mover. Pode ser reversível ou irreversível e afetar os processos de transformação e transporte do herbicida no ambiente.

**Transformação** – mudanças na estrutura química das moléculas do herbicida que determina quanto tempo essas moléculas permanecem intactas no ambiente.

**Transporte** – é determinado pelo movimento das moléculas do herbicida no solo. É fortemente influenciado pela humidade, temperatura, densidade, características físico-químicas do solo e do herbicida (UE, 2004).

Geralmente, a aplicação de pesticidas é mal calculada, pecando por excesso. Assim sendo, apenas uma pequena percentagem da quantidade aplicada atinge o objetivo desejado. Grande parte é transportada pelo vento e pela chuva e poderá ser transportada para locais longínquos pela atmosfera e recursos hídricos.

Para que ocorra uma diminuição da contaminação dos solos por pesticidas deve-se considerar: a dose, a frequência e a época a ser aplicada.

Os legisladores europeus, tendo em conta os problemas relacionados com a aplicação de pesticidas elaboraram a Diretiva 2009/128/CE, de 21 de Outubro de 2009, que estabelece um quadro de ação a nível comunitário para uma utilização sustentável dos produtos fitossanitários.

Essa Diretiva Comunitária foi transposta para a legislação nacional portuguesa, na Lei n.º 26/2013, de 11 de abril, revogando a Lei n.º 10/93, de 6 de abril, e o Decreto-Lei n.º 173/2005, de 21 de outubro. Regulam-se assim as atividades de distribuição, venda e aplicação de produtos fitofarmacêuticos para uso profissional e de adjuvantes de produtos fitofarmacêuticos definindo-se, também, os procedimentos de monitorização à utilização dos Produtos Fitofarmacêuticos.

### 3.4 – Medidas de mitigação

#### 3.4.1 – Mitigação da contaminação

A contaminação química é uma das maiores ameaças para o solo. A sua prevenção envolve a combinação de políticas sobre as substâncias químicas, e de proteção ambiental, de outros elementos, como a água e o ar.

A gestão responsável da utilização do solo, principalmente, na agricultura, é também uma medida que permite a ... do controle a poluição no solo (UE, 2012). Mas uma vez que a contaminação é identificada, há medidas que se podem servir para mitigar o seu efeito no ambiente.

Para a descontaminação de um solo nem sempre é necessário remover completamente todos os poluentes, pois essa remoção acarreta, muitas vezes, custos proibitivos. Bastará que os valores da concentração residual do poluente se situem abaixo dos definidos nas regulamentações nacionais ou europeias. Existem seis aspetos que se devem considerar aquando do planeamento da descontaminação (Antão, 2007):

- A natureza e distribuição do poluente no local contaminado;
- A ameaça posta pelo poluente;
- As especificidades do uso do solo;
- Os aspetos económicos da descontaminação ou remoção do poluente;
- A tecnologia disponível, a sua eficiência e o “timing”; e
- Os riscos.

### 3.4.2 – Práticas de conservação da qualidade do solo, nas terras cultiváveis

Segundo a US EPA (*United States Environmental Protection Agency*), as 6 práticas consideradas mais frequentes na gestão da qualidade do solo são:

- Aumentar a quantidade de matéria orgânica;
- Evitar o cultivo excessivo;
- Gerir eficientemente as entradas de nutrientes e controladores de pragas;
- Prevenir a compactação do solo;
- Manter a cobertura vegetal do solo; e
- Diversificar os sistemas de cultivo.

É necessário ponderar a escolha de cada prática associada a uma situação específica, pois diferentes tipos de solo e de degradação terão respostas diferentes, mesmo que a prática seja a mesma. Da mesma forma, cada combinação de tipo e utilização do solo, requer práticas diferentes para melhorar a sua qualidade (NRCS, 2013). A Figura 17 inclui práticas relacionadas com a conservação do solo cultivado e as suas percentagens, de utilização relativa, obtidas nos EUA.



Figura 17 - Percentagem de utilização, por área, de cada prática de conservação do solo, nos EUA - Fonte: US EPA, 2013

### 3.4.3 – Medidas contra a erosão hídrica

A erosão hídrica, sendo uma das principais causas de degradação do solo, deverá ser alvo de medidas que controlem este fenómeno. Segundo a UE, as técnicas mais importantes, que devem ser implementadas nos sistemas agrícolas, são (SoCo – UE, 2009):

- As técnicas de mobilização de conservação: como a não-mobilização, nomeadamente em zonas de elevada biodiversidade; a sementeira sob coberto, com mobilização reduzida ou sem mobilização (semear, diretamente, sob o coberto);
  
- Culturas com coberto vegetal, que consiste em deixar os resíduos das culturas, principalmente palha, nos campos no Inverno;
  
- Criação e manutenção de zonas-tampão e corredores de plantas herbáceas, contra a erosão;
  
- Construção e reconstrução de estruturas de retenção de solo, tais como terraços ou muros, nos bordos de terrenos de regadio com declive acentuado.



#### 3.4.4 – Medidas contra a redução da matéria orgânica e da biodiversidade

Já foi mencionada a importância da matéria orgânica do solo, bem como a sua função preventiva contra a degradação. Assim sendo, os níveis de matéria orgânica no solo devem ser mantidos e melhorados, com recursos a técnicas próprias da agricultura biológica (SoCo - UE, 2009):

- Utilização de matéria orgânica exógena (estruume, coberto vegetal, palha, etc.) nas culturas;
- Técnicas agrícolas de conservação, como a não-mobilização, em zonas de elevada biodiversidade com culturas anuais;

A conversão à agricultura biológica, nomeadamente através da redução dos fatores de produção, da rotação das culturas e da extensificação da produção animal são fatores que irão influenciar positivamente a prevenção da erosão e a recuperação dos solos.

#### 3.4.4.1 - Compostagem

A compostagem e vermicompostagem são exemplos de como, com base em métodos económicos e relativamente simples, se pode manter e, mesmo, aumentar a produtividade do solo. São alternativas viáveis aos fertilizantes químicos, que permitem que se obtenham resultados satisfatórios, sem a deterioração das condições ambientais.

A compostagem é um processo milenar, utilizado, por exemplo, pela civilização chinesa, como “processo intermédio” no retorno de resíduos agrícolas para o solo. O composto formado, por fermentação, era incorporado no solo, favorecendo o crescimento de vegetais.

Mais tarde, devido aos progressos da ciência, foi identificada uma série de benefícios que o composto traz ao ser incorporado no solo, entre eles:

- É uma fonte de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, entre outros) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, entre outros);
- Melhora as características físicas, químicas e estruturais, aumentando a quantidade de húmus presente no solo;
- Contribui para a recuperação de solos erodidos, aumentando a quantidade de matéria orgânica, o que leva à fixação de mais plantas;
- Reduz a poluição da agricultura, limitando o uso de fertilizantes químicos comerciais.

Para além dos benefícios que o composto tem nos solos, há que frisar, também, os de ordem sanitária, ambiental e económica, reduzindo a quantidade de matéria orgânica depositada em aterro, valorizando o resíduo orgânico, numa matéria-prima muito valiosa e com benefícios incalculáveis para a saúde do ser humano e do ambiente, em geral.

O processo físico-químico que leva à formação do composto é um processo aeróbio, isto é, a degradação da matéria orgânica na presença de oxigénio, levada a cabo por colónias de diferentes microrganismos, como bactérias, fungos e alguns protozoários.

Existe um equilíbrio físico-químico que deve ser cumprido para que o processo ocorra de uma forma estável e relativamente rápida. A relação carbono-azoto, a temperatura e a taxa de oxigenação são exemplos dessas características.

#### 3.4.4.2 – Vermicomposto

No processo normal de compostagem, sumariamente descrito, aproveita-se a atividade microbológica e o aumento da temperatura, para realizar um composto que, fundamentalmente serve como corretivo para os solos.

A vermicompostagem produz um composto que tem a particularidade de ser um fertilizante 10 vezes mais eficaz do que o convencional. As minhocas devoram a matéria orgânica, transformando-a em húmus de minhoca, ou vermicomposto.

### 3.5 – Projetos contra a desertificação do solo

Vários projetos contra a perda da fertilidade do solo, nomeadamente devido à desertificação, têm sido praticados, por todo o mundo.

Um exemplo desses projetos é praticado, no continente africano e denomina-se por “Movimento da Cintura Verde (*Green Belt Movement*)”. Esse movimento tem-se expandido para outros países, fora de África, com a missão de promover a plantação de um grande número de árvores que irão proteger os solos contra a erosão e, conseqüente, desertificação.

Outro caso que servirá de exemplo, é o projeto de “Agricultura Sustentável e Conservação do Solo” levada a cabo na União Europeia (*Sustainable Agriculture and Soil Conservation – SoC*). Com medidas mais objetivas e ligadas à agricultura, este projeto oferece aos agricultores uma forma de preservarem a fertilidade dos solos, que são utilizados para a produção agrícola.

Assim, uma pequena abordagem a estes projetos permitirá que se perceba que algo está a ser elaborado, na prática, para a proteção e recuperação da área de solo cultivável.

#### 3.5.1 - O *Green Belt Movement*, um caso de sucesso na luta contra a desertificação

“Quando plantamos árvores, plantamos sementes de paz e esperança.”

Wangari Maathai, prémio Nobel da Paz 2004 e fundadora do *Green Belt Movement*.

A professora Wangari Maathai (na Figura 18) fundadora do *Green Belt Movement* (GMB), começou-se a aperceber que, na maioria dos casos, por detrás das dificuldades das pessoas mais pobres, existiam problemas locais de degradação do ambiente, de desflorestação e de insegurança alimentar, consequência da perda de poder, de direitos e de valores tradicionais que, anteriormente, apontavam para a proteção do ambiente, para a camaradagem, altruísmo e honestidade, visando o benefício mútuo. Começou a sua ação, por efetuar seminários sobre direitos cívicos e educação ambiental, para encorajar os indivíduos a examinar as razões da sua mudança de escolhas políticas, económicas e ambientais. Os participantes começaram a perceber que durante anos confiaram nos seus líderes, que traíram e sabotaram as suas vidas, trabalhando contra o bem comum, provocando o declínio dos recursos naturais, com falta de planeamento e utilizações inadequadas. O GBM começou-se a debater por uma

democracia verdadeira, apelando à responsabilidade dos líderes quenianos e lutou contra a invasão da floresta pela agricultura (GBM, 2011). Esta batalha contra o poder e suas práticas, levou a fundadora do programa a ser premiada, em 2004, com o Prémio Nobel da Paz.

Nos anos mais recentes, o GBM, estendeu a sua influência para uma campanha de luta internacional contra as mudanças climáticas e a favor da importância das florestas do Congo, iniciando também ações de sensibilização para a política dos 3 Rs no Quênia e no mundo. A obra do movimento, criado em 1977, teve reflexo na plantação de 51 milhões de árvores, até 2011, bem como uma ação a nível social, nomeadamente, elevando o papel da mulher na sociedade (GBM, 2011).

O GBM é, desde 2006 (ano de criação do programa), parceira no Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) na Campanha “Um Bilião de Árvores”, pelo mundo. Este programa, cujo nome original, em português, seria “Mil milhões de Árvores” atingiu os seus objetivos, de tal forma que ao fim de 18 meses, o número de árvores plantadas era o dobro do que se tinha, inicialmente, proposto. Agora, os objetivos passam pela plantação de uma árvore por cada habitante do planeta, ou seja 7 mil milhões de árvores.

As proporções que tomam este programa, traduzem-se em iniciativas tais como:

- Em Uttar Pradesh, na Índia, num só dia, 10,5 milhões de árvores foram plantadas.
- Na Turquia, 35 milhões de jovens mobilizaram-se para plantar árvores.
- Na África subsariana e Reino Unido, 500 mil crianças, em idade escolar, reuniram-se em prol do projeto.

Os dois mil milhões de árvores foram plantadas como parte de um projeto agroflorestal, conduzido pelo Programa das Nações Unidas para Alimentação (WFP), com vista a melhorar a segurança alimentar. Em seu nome, o WFP plantou 60 milhões de árvores em 35 países.

Em termos de distribuição geográfica, a África é a região que contém mais de metade das plantações de árvores. As lideranças regionais e nacionais que organizaram, no âmbito do programa, as plantações mais numerosas foram: a Etiópia assume a liderança com 700 milhões, seguida por Turquia, com 400 milhões, México, 250 milhões e Quênia 100 milhões.

A Campanha “Um Bilião de Árvores” não ajudou apenas a mobilizar milhões de pessoas pelo mundo para responderem aos desafios das alterações climáticas, mas abriu, também, as portas, principalmente para a população rural de baixos rendimentos para os valiosos benefícios criados pelas árvores (Garrity, 2006).

Plantar árvores ainda é considerada uma das atividades de maior custo-benefício como resposta às alterações climáticas. As árvores e florestas têm um papel fundamental na regulação do clima, já que absorvem dióxido de carbono. A desflorestação, por sua vez, é responsável por mais de 20% das emissões de dióxido de carbono.

As árvores também desempenham um papel crucial na oferta de produtos e serviços para população rural e urbana, incluindo alimentos, madeira, fibras, remédios e energia, bem como fertilidade para o solo, prevenção da desertificação, manutenção dos recursos hídricos e conservação da biodiversidade (ONU, 2006).



Figura 18 - Wangari Maathai – Fonte: bbc, 2004

### 3.6 - Medidas integradas, de proteção do solo (UE)

Reconhecendo os desafios ambientais associados ao uso das terras agrícolas, o Parlamento Europeu solicitou à Comissão Europeia a realização de um projeto piloto sobre Agricultura sustentável e conservação dos solos (SoCo - *Sustainable Agriculture and Soil Conservation*), através de técnicas de cultivo simplificadas. Este conjunto de práticas deu origem a normas, obrigatórias e facultativas, que visam a manutenção das terras em boas condições agro-ambientais (GAEC – Good Agricultural and Environmental Conditions ).

São práticas de agricultura integrada, que visam a diminuição da degradação do solo, dando pelo nome de agricultura de conservação.

A agricultura de conservação do solo tem como objetivo, a estimulação da produtividade agrícola através da otimização dos recursos, presentes, nas explorações, contribuindo para a redução da degradação dos solos, através de uma gestão holística dos próprios solos, da água e dos recursos biológicos, integrados com fatores externos.

A mobilização mecânica dos solos é substituída pela ação biológica, de modo a que os microrganismos, as raízes e os elementos da fauna do solo desempenhem a função de mobilização e garantam o equilíbrio de nutrientes no solo. A fertilidade do solo, dependente da disponibilidade de nutrientes e água, é gerida através do controlo da cobertura do solo, da rotação de culturas e do controlo das infestantes.

Geralmente, a agricultura de conservação do solo é implementada em 4 fases, que se sucedem, tendo cada uma, a duração de dois ou mais anos:

Na **primeira fase**: suspende-se a mobilização por inversão, substituindo-se por técnicas com mobilização reduzida ou sem mobilização. Pelo menos um terço da superfície do solo tem de permanecer coberta com resíduos de culturas, espalhados na sequência da colheita da cultura principal. São utilizadas grades de disco, de dentes rígidos ou rotativas ou sementeira direta, no caso das técnicas sem mobilização. Poderá ocorrer uma quebra do rendimento.

Na **segunda fase**: observa-se uma melhoria natural das condições e da fertilidade do solo, promovida pela matéria orgânica proveniente da degradação natural dos resíduos. As pragas e infestantes tendem a aumentar e têm de ser controladas, quimicamente ou por outros meios.

Na **terceira fase**: pode iniciar-se a diversificação dos padrões de cultura, isto é, a rotação de culturas. O sistema global estabiliza-se progressivamente.

Na **quarta fase**: o sistema de exploração atinge um equilíbrio, podendo os rendimentos aumentar em comparação com a agricultura convencional.

Devido à preservação dos recursos presentes no solo e a um maior respeito pelos ciclos naturais, os benefícios desta prática são visíveis, entre eles:

- Redução da necessidade de utilização de produtos químicos, para o controlo das pragas e infestantes, bem como fertilizantes suplementares, o que se traduzirá no aumento dos rendimentos e da biodiversidade, que se tornarão evidentes quando o sistema atinge a estabilidade;
- Assistir-se-á a um aumento das reservas de carbono orgânico, da atividade biológica e da biodiversidade, na superfície e subsolo, o que irá beneficiar a estrutura do solo.
- O aumento da atividade biológica traduzir-se-á na formação de macro-bioporos bem interligados, maioritariamente verticais, que aumentarão a infiltração de água e a resistência à compactação intensa;
- A degradação do solo, em especial a erosão e a escorrência de sedimentos e de nutrientes, será fortemente reduzida, levando ao aumento do rendimento. A redução das perdas de solo e de nutrientes, juntamente com a degradação mais rápida e a melhor absorção dos pesticidas, em virtude do teor mais elevado de matéria orgânica e da maior atividade biológica, conduzirão, também, a uma melhor qualidade da água;
- As emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) serão reduzidas devido à menor utilização de máquinas agrícolas e uma maior acumulação de carbono orgânico. As práticas de agricultura de conservação permitirão fixar anualmente nos solos europeus 50 a 100 milhões de toneladas de carbono, o que equivale às emissões de 70 a 130 milhões de automóveis;
- O trabalho e a energia necessários à preparação dos terrenos e sementeira serão fortemente reduzidos;



- A necessidade de utilizar adubos e de efetuar intervenções para a recuperação do solo serão reduzidas.

Como qualquer sistema agrícola, que envolve uma série de práticas, que visam um determinado objetivo primordial, também o GAEC terá os seus inconvenientes:

- Decorrerá, geralmente, um período de transição, de cinco a sete anos, até os sistemas de agricultura de conservação atingirem o equilíbrio. Os rendimentos poderão baixar nos primeiros anos.
- Não considerando os fatores sazonais, a aplicação inadequada de produtos químicos poderá aumentar o risco de lixiviação, devido à maior rapidez do escoamento da água através dos bioporos.
- Se a rotação das culturas, a cobertura do solo e/ou as variedades de culturas não forem otimizadas, poderá ser necessária uma maior quantidade de produtos químicos para o controlo das pragas e dos infestantes.
- As emissões óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) poderão aumentar no período de transição.
- Será necessário um forte investimento inicial, em máquinas especializadas e os agricultores terão que ter acesso, a sementes de culturas de cobertura adequadas às condições locais.
- Os agricultores necessitarão de uma formação intensa e de acesso a serviços de consultoria especializados. A abordagem adotada implica uma alteração de fundo relativamente à agricultura convencional (UE, 2009).

As exigências GAEC abrangem uma vasta gama de normas nos domínios da proteção dos solos: contra a erosão, da conservação da matéria orgânica e da estrutura do solo, da prevenção da deterioração dos habitats e da gestão da água (SoCo, 2009):

Tabela 2 – Proteção do solo e normas biológicas – Fonte: SoCo – EU

Questão	Normas Obrigatórias	Normas facultativas
Erosão do solo:	Cobertura mínima do solo	Socalcos
Proteger o solo através de medidas adequadas	Gestão mínima da terra, refletindo as condições específicas do local	
Matéria orgânica do solo:		
Manter os teores de matéria orgânica do solo através de medidas adequadas	Gestão do restolho	Normas para a rotação de culturas
Estrutura do solo:		
Manter a estrutura do solo através de medidas adequadas		Utilização de equipamentos mecânicos adequados.
Nível mínimo de manutenção:	Manutenção das características das paisagens, incluindo, se for caso disso, sebes, valas, lagos, árvores em linha, agrupadas ou isoladas, e orlas dos terrenos	Taxas mínimas de encabeçamento e/ou regimes adequados
Assegurar um nível mínimo de manutenção e evitar a deterioração dos habitats		Criação e/ou manutenção de habitats
	Prevenção da invasão das terras agrícolas por vegetação indesejável	Proibição de arrancar oliveiras
	Proteção das pastagens permanentes	Manutenção dos olivais e das vinhas em bom estado vegetativo
Proteção e gestão da água:	Estabelecimento de faixas de proteção ao longo dos cursos de água	
Proteger a água contra a poluição e a escorrência e gerir a utilização deste recurso	Quando a utilização de água para irrigação esteja sujeita para autorização, respeito dos procedimentos de autorização	

“Podemos criar um mundo mais sustentável,  
limpo e seguro se tomarmos sábias escolhas  
relativas à energia”

Robert Alan Silverstein, escritor norte-americano

## 4 – Energia e Agricultura

A gestão energética, associada às atividades humanas, assume, atualmente, um papel fundamental na sociedade. Devido ao incremento contínuo do consumo de combustível proveniente de fontes de energia não renováveis, as limitadas reservas no subsolo são sobrecarregadas e podem acabar por se esgotar. A oferta tem então de ser controlada, tendo como consequência, o escalar dos custos energéticos, nomeadamente do petróleo. Este facto requer, uma ação que vise a promoção da eficiência, combatendo o desperdício dos recursos escassos e necessários à prosperidade social e económica.

A necessidade de minimizar o consumo e desperdício energético é, também, posta em evidência, quando estudos científicos dão conta de alterações climáticas e ambientais, que têm ocorrido a nível local ou global, causadas pelas elevadas concentrações de gases com efeito de estufa na atmosfera, principalmente devido às emissões provenientes da combustão de combustíveis fósseis. Essas alterações necessitam, incontornavelmente, de ser contidas de modo a prevenir efeitos irreversíveis, que poderão ser os mais hostis que a espécie humana já vivenciou.

As comunidades são alertadas para estes factos, no entanto, os riscos inerentes a este consumo desmesurado de energia vão passando despercebidos enquanto essas mudanças se processam a um ritmo acelerado. As opções individuais, na hora da

aquisição de bens que pautam o nosso dia-a-dia serão, possivelmente, a base da mudança. Ainda assim, o modo como a gestão energética é realizada requer uma reforma estrutural ao nível das atividades basilares da sociedade.

A atividade agrícola não será exceção nesta demanda pela sustentabilidade energética, pois o consumo de combustíveis fósseis é apontado como um dos principais impactes da agricultura. A utilização eficiente e regulada da energia consumida, visando alcançar um processo eficiente, reprimindo os poluentes emitidos e protegendo o ambiente, sem negligenciar a questão da rentabilidade e viabilidade do processo operativo é central nas explorações agrícolas atuais.

No entanto, a verdade é que a produção agrícola moderna é fortemente dependente dos combustíveis fósseis, que proporcionam uma energia de fácil armazenamento, a um preço relativamente baixo. Essa dependência é bastante negativa, visto que o consumo de combustíveis fósseis na agricultura é responsável por impactes ambientais prejudiciais para o ambiente, devido à sua combustão libertar gases com potenciais efeitos de estufa para a atmosfera (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, entre outros).

Outro dos impactes negativos, indiretamente, associados ao consumo de combustíveis fósseis na agricultura é a utilização de grande quantidade de terreno, proporcionada pelo consumo intensivo desses combustíveis, com efeitos adversos sobre a biodiversidade existente.

De salientar que é necessário quantificar a energia consumida, direta e indiretamente, na agricultura, sendo que todos os processos relacionados, mas que ocorrem fora do terreno agrícola, necessitam também de ser avaliados. Por exemplo, a produção de adubos sintéticos e o seu transporte (Tuomisto *et al.*, 2012)

Para preservar a rentabilidade económica, diminuindo o consumo de energia proveniente de combustíveis fósseis, é necessário projetar e gerir os sistemas de cultivo de uma forma eficiente, tendo em conta que a poupança na fatura energética e a manutenção dos níveis de produção irão incrementar os lucros, ao mesmo tempo, que se visa a proteção ambiental (Tuomisto *et al.*, 2012)

Assim sendo, a procura por métodos de produção agrícola eficientes, com a mesma eficácia, que otimizem a gestão energética, é um ponto cada vez mais relevante. Algumas das soluções apresentadas pelos agrónomos passam pela agricultura integrada ou biológica, que se apresentam como uma solução mais viável do ponto de vista da sustentabilidade (Tuomisto *et al.*, 2012)

A comparação entre a energia empregue em sistemas de gestão de agricultura biológica relativamente aos sistemas de agricultura convencional, com base em alguns exemplos, poderão ser importantes para se retirarem conclusões acerca de qual destes sistemas de gestão agrícola será preferível. Esta análise irá permitir que, também se tirem ilações, se de facto a agricultura biológica será uma alternativa viável, na redução do consumo energético e na diminuição do impacte ambiental originado pelas práticas agrícolas convencionais.

#### 4.1 – Comparação entre sistemas biológicos e convencionais

No primeiro estudo analisado publicado, em 2012, por Tuomisto *et al.*: “A agricultura biológica reduz o impacto ambiental?”, foram analisados 34 sistemas agrícolas, somente três das explorações consideradas mostraram um consumo energético superior em sistemas de agricultura biológica, sendo dois deles pecuárias e o outro uma produção de batata. Assim, de um modo geral, o estudo mostrou que as explorações agrícolas em modo de produção biológica apresentavam um consumo energético médio que era 21% inferior (por unidade de produção) aos verificados nas explorações agrícolas convencionais, embora a variação de consumos tenha sido grande. As diferenças são, essencialmente, devidas à necessidade de produção e transporte de fertilizantes químicos, o qual não se verifica na agricultura biológica (Tuomisto *et al.*, 2012). A proibição da utilização de fertilizantes químicos, proporciona vantagens relacionadas com os gastos energéticos associados às práticas agrícolas biológicas, visto que a agricultura biológica utiliza exclusivamente fertilizantes orgânicos (estrume), fechando dessa forma o ciclo natural dos nutrientes.

Um dos aspetos negativos relacionado com a agrícola biológica, é a maior quantidade de solo arável que é necessária para se atingir os níveis de produção equivalentes aos alcançados pela agricultura convencional. Assim sendo, a transição em larga escala, para um modo de produção biológica a nível global, embora com bastantes benefícios ambientais associados, poderá não ser exequível, tendo em conta que é necessário mais terreno, para produzir a mesma quantidade de alimento e que a tendência de crescimento da população mundial é bastante acentuada. Consequentemente, bastantes áreas protegidas, destinadas à conservação da vida selvagem, produção de biodiesel e floresta poderão vir a perder terreno (Tuomisto *et al.*, 2012).

A análise de um segundo estudo publicado, em 2006, por Gundogmus *et al.* denominado: “O consumo de energia - Uma análise comparativa entre agricultura biológica e agricultura convencional: a produção de alperce em pequenas propriedades, na Turquia” permitiu esmiuçar dez explorações de cada um dos ditos sistemas agrícola, biológicos e convencionais, com o objetivo de quantificar e comparar as necessidades energéticas na produção de alperce. Foram calculadas as entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) energéticas equivalentes nos dois sistemas, isto é, foi encontrada uma medida fictícia que permitisse comparar as diferentes etapas do processo produtivo (entradas

energéticas), bem como dos produtos (saídas energéticas). A finalidade foi encontrar uma relação custo/benefício (*rácio*) em ambos os sistemas e saber qual deles seria o mais eficiente.

As tabelas 3 e 4 ilustram, respectivamente, as entradas e saídas energéticas do sistema biológico e convencional. É também, analisada a proveniência de cada tipo de energia e o respectivo custo, para ser possível associar uma relação custo/benefício a cada um dos sistemas e concluir qual o mais rentável.

Tabela 3 –Inputs e outputs energéticos do sistema biológico

Energia que entra no sistema (input)	Quantidade por unidade de área (hectare)	Energia equivalente (MJ/unid)	Total de energia equivalente (MJ)	Total da energia introduzida em percent. (%)
<b>Trabalho Humano (h):</b>	645,9	1,96	1265,96	<b>9,19</b>
➤ Práticas de cultivo	344,2	1,96	674,63	4,90
➤ Colheita	301,7	1,96	591,33	4,29
<b>Maquinaria (h):</b>	14,7	62,70	921,69	6,69
➤ Cultivo do solo	3,9	62,70	244,53	1,78
➤ Práticas de cultivo	9,7	62,70	608,19	4,41
➤ Transporte	1,1	62,70	68,97	0,50
<b>Fertilizantes químicos (Kg):</b>	-	-	-	-
➤ Nitrogénio	-	60,60	-	-
➤ Fósforo	-	11,10	-	-
➤ Potássio	-	6,70	-	-
<b>Estrume (Kg)</b>	2402,0	0,30	720,60	5,23
<b>Pesticidas (Kg):</b>	38,3 a	-	3523,60	25,57
➤ Inseticidas	-	199,00	-	-
➤ Fungicidas	38,3	92,00	3523,60	<b>25,57</b>
➤ Herbicidas	-	238,00	-	-
<b>Gasóleo</b>	110,1	56,31	6199,73	<b>44,99</b>
<b>Eletricidade(KW/h)</b>	81,0	11,93	966,33	<b>7,01</b>
<b>Água de irrigação (m3)</b>	288,0	0,63	181,44	1,32
<u>Energia Total Introduzida (MJ)</u>	-	-	<b><u>13779,35</u></b>	100,00
<u>Energia Total á Saída (MJ)</u>	-	-	<b><u>30555,20</u></b>	-
<u>Produção Total de Alperce (Fruta) (Kg)</u>	12404,0	1,90	23567,60	-
<u>Produção Total de Alperce (Poços) (Kg)</u>	776,4	9,00	6987,60	-
<u>Ratio Energético (saídas/entradas)</u>	-	-	<b><u>2,22</u></b>	-

(h) – Equivalente energético



A análise da tabela permitiu verificar que a energia total utilizada nos vários processos da produção de alperce, em modo de produção biológico, foi de 13779,35 MJ/ha. De todos os processos envolvidos, o combustível fóssil (diesel) é responsável pelo consumo da maior parte da energia (44,99%), seguido pelos fungicidas (25,57%), mão-de-obra (9,19%) e energia elétrica (7,01%).

A energia proporcionada pelo gasóleo é principalmente utilizada pelos tratores na execução das diversas operações agrícolas, sendo que a aplicação de estrume, é responsável por uma entrada energética de 5,23%, do consumo de energia total (Gundogmus, 2006).

Quanto à energia equivalente produzida (*output* do sistema), a produção de alperce e poços de alperce é responsável por 12.404,04 Kg/ha e 776,4Kg/ha, respetivamente. O total de energia equivalente produzida no sistema orgânico é calculado em 30555,20 MJ/ha. Assim, o rácio energético da produção de alperce biológico é de 2,22 (Gundogmus, 2006).

### **Rácio**

$$\text{Energia Total de Saída (MJ)} / \text{Energia total introduzida (MJ)} = \frac{30555,20}{13779,35} = 2,22$$

Ou seja, por cada equivalente energético que é introduzido no sistema, produzimos 2,22. Ou seja no sistema de produção biológico existem ganhos energéticos significativos.

Como pontos negativos, podemos salientar que, mesmo tratando-se de um sistema biológico, existe ainda uma dependência bastante significativa de combustíveis fósseis e energia elétrica. A menor produção por hectare é também um entrave bastante significativo, tendo em conta as necessidades crescentes de produção devido à tendência global de crescimento populacional.

Tabela 4 - Inputs e outputs energéticos do sistema convencional

Energia que entra no sistema (input)	Quantidade por unidade de área (hectare)	Energia equivalente (Mj/unid)	Total de energia equivalente (Mj)	Total da energia introduzida em percent. (%)
<b>Trabalho Humano (h):</b>	594,6	1,96	1165,42	7,95
➤ Práticas de cultivo	279,1	1,96	547,04	2,33
➤ Colheita	315,5	1,96	618,38	5,62
<b>Maquinaria (h):</b>	16,3	62,70	1022,01	4,35
➤ Cultivo do solo	4,1	62,70	257,07	1,10
➤ Práticas de cultivo	10,7	62,70	670,89	2,85
➤ Transporte	1,5	62,70	94,05	0,40
<b>Fertilizantes químicos (Kg)</b>	183,6	-	8903,61	<b>37,86</b>
➤ Nitrogénio	138,7	60,60	8405,22	35,74
➤ Fósforo	44,9	4,10	498,39	2,12
➤ Potássio	-	6,70	-	-
<b>Estrume (Kg)</b>	741,9	0,30	222,57	0,95
<b>Pesticidas (Kg)</b>	34,4		3261,10	<b>13,87</b>
➤ Inseticidas	0,9	199,00	179,10	0,76
➤ Fungicidas	33,5	92,00	3082,00	13,11
➤ Herbicidas	-	238,00	-	-
<b>Gasóleo</b>	132,3	56,31	7449,81	<b>31,68</b>
<b>Eletricidade (Kw/h)</b>	49,4	11,93	589,34	2,50
<b>Água de irrigação (m3)</b>	314,0	0,63	197,82	0,84
<u>Energia total introduzida (MJ)</u>	-	-	<b><u>22811,68</u></b>	100,00
<u>Energia Total de Saída (MJ)</u>	-	-	<b><u>33166,10</u></b>	-
<u>Produção Total de Alperce (Fruta) (Kg)</u>	13592,0	1,90	25824,80	-
<u>Produção Total de Alperce (Poços) (Kg)</u>	815,7	9,00	7341,30	-
<u>Ratio Energético (saídas/entradas)</u>	-	-	<b><u>1,45</u></b>	-

Examinando os *inputs* energéticos no sistema de agricultura convencional, pode-se afirmar, que em sentido oposto ao sistema orgânico, a mão-de-obra tem uma participação energética bastante baixa, devido, aos métodos utilizados.

Conseqüentemente, o consumo energético da maquinaria utilizada no sistema convencional é superior (16,3 h/ha), o que se vai traduzir num consumo de combustíveis fósseis mais elevado.

Pode-se destacar, no conjunto dos *inputs* energéticos, a utilização de fertilizantes químicos, com um valor de 8903,61 Mj/ha o que equivale a 37,86% da energia total introduzida no sistema. Podemos destacar também, os *inputs* em gasóleo e em pesticidas que representam, respetivamente, 31,68% e 13,87%. O somatório de todas as entradas energéticas será de 22811,68 Mj/ha.

No campo dos *outputs* energéticos, temos uma produção superior, relativamente ao sistema biológico, tanto de alperce (fruta), como de poços de alperce, 13592 kg/ha e 815,7 kg/ha, respetivamente, sendo esta produção responsável por um equivalente energético de 33166,10 Mj/ha. Pode-se desta forma calcular o rácio energético equivalente do sistema, dividindo a energia equivalente que sai do sistema pela que entra.

### Rácio

$$\frac{\text{Energia Total de Saída (MJ)}}{\text{Energia total introduzida (MJ)}} = \frac{33166,10}{22811,68} = 1,45$$

Deste modo, pode-se concluir que por cada equivalente energético que entra no sistema de produção agrícola convencional de alperce, são produzidos 1,45, valor inferior aos 2,22 produzidos no sistema biológico.

Ao examinar os dados recolhidos, pode-se identificar mais uma vez, em linha com o referido por Tuomisto *et al.* (2012), que a produção de fertilizantes sintéticos é uma das principais razões para que os sistemas de produção agrícola convencionais sejam menos eficientes do ponto de vista energético, embora a produção, em massa, seja superior.

Embora o *rácio* energético seja bastante inferior no sistema agrícola convencional, é necessário analisar a relação custo/benefício de ambos os sistemas, tendo em conta a fonte de onde provém cada equivalente energético, o seu custo e correspondente impacte. As tabelas 5 e 6 relacionam os tipos de energia e suas fontes

em ambos os sistemas de cultivo e correspondentes resultados económicos (custo/benefício), respetivamente.

Tabela 5 - Fontes de energia

Tipos de cultivo	Total de energia introduzida (MJ/ha)	Tipo de Energia (MJ/hect)			
		Energia introduzida de forma direta (A)	Energia introduzida de forma indireta (B)	Energias renováveis (C)	Energias não-renováveis (D)
<b>Biológico</b>	13,779.35	8432.02 (61.19%)	5165.89 (34.49%)	1986.56 (14.42%)	11611.35 (84.27%)
<b>Convencional</b>	22,811.68	9204.57 (40.35%)	13409.29 (6.08%)	1387.99 (6.08%)	21225.87 (93.05%)
<b>Biológico / Convencional</b>  <b>× 100</b>	62	92	39	143	55

Legenda:

A – Fontes energéticas: Humana, animal, combustíveis fósseis e eletricidade;

B – Fontes energéticas: Sementes, fertilizantes, estrume, químicos e maquinaria;

C – Inclui energia: Humana, animal, sementes e estrume;

D – Inclui energia: Combustíveis fósseis, eletricidade, fertilizantes e maquinaria;

Ao averiguar as entradas energéticas provenientes dos distintos sistemas agrícolas, pode-se verificar, que o total de energia introduzida no sistema orgânico é 38% inferior ao do sistema convencional, embora alguns estudos indiquem, que em termos de produção por hectare, para se atingirem os mesmos valores, o sistema convencional empregue gastos energéticos mais reduzidos. Por sua vez, o sistema orgânico tem uma participação mais significativa em termos de energias renováveis, que representam 14,42%, em contraposição com os 6,08% do sistema convencional, o que

se vai traduzir em menos impactes ambientais das fontes energéticas. Finalmente, estabeleceu-se, na Tabela 6, uma relação entre os sistemas agrícolas em termos de retorno financeiro, relacionando os custos de produção, o valor bruto da produção e correspondente lucro líquido, medidos por hectare

Tabela 6 – Relação custo/benefício

<b>Tipos de Cultivo</b>	<b>Custos de produção (US\$/ha)</b>	<b>Valor da produção em bruto (US\$/ha)</b>	<b>Lucro líquido (US\$/ha)</b>	<b>Relação custo /benefício</b>
<b>Orgânico</b>	2225,3	4742,1	2516,8	2,13
<b>Convencional</b>	2265,9	4843,0	2577,1	2,14

US\$ - Dólares americanos

Podemos concluir que a relação custo/benefício de ambos os sistemas é idêntica, com ligeira vantagem para o sistema convencional. Assim, mesmo tendo rácios energéticos diferentes, os gastos mais elevados do sistema convencional são compensados pela maior produção por hectare.

A diferença reduzida na relação custo/benefício, entre os sistemas, delega a decisão para o agricultor. Se este aspirar a um sistema com menos impactes ambientais em termos energéticos, a opção será um sistema biológico, não esquecendo que irá necessitar uma quantidade maior de terreno para atingir a mesma produção que é obtida pelo sistema convencional. Se a prioridade for a otimização da produção por unidade de área, a solução mais recomendada será um sistema convencional, tendo em conta, que embora tenha gastos energéticos superiores, a produção é mais elevada.

A grande problemática encontra-se nos impactes ambientais associados ao sistema convencional, ainda muito dependente de combustíveis fósseis, maquinaria e principalmente da produção de fertilizantes químicos, estritamente necessários para atingir níveis de produção elevados.

## 4.2 – Biocombustíveis

A utilização de combustíveis fósseis é um dos principais fatores que influencia negativamente a qualidade e o equilíbrio do ambiente, pelo que a sua utilização deve ser condicionada, de modo a salvaguardar os índices de qualidade do ar nos grandes centros urbanos.

Os biocombustíveis líquidos ou gasosos, são fontes de energia renovável, derivadas de produtos agrícolas (culturas energéticas), como a cana-de-açúcar, plantas oleaginosas, biomassa florestal e outras fontes de matéria orgânica, utilizadas isoladamente ou adicionadas aos combustíveis convencionais, que permitem uma diminuição da emissão de gases poluentes minimizando-se, o impacte ambiental (UTAD, 2009).

Durante milhares de anos, o ser humano dependeu da utilização da biomassa para a cozinha e para o aquecimento, sendo que alguns países de África e da Ásia permanecem, ainda, fortemente dependentes destes usos tradicionais da biomassa, o que aumenta a sua pegada ecológica (National Geographic, 2012)

Os biocombustíveis líquidos desempenham um papel muito mais limitado no fornecimento de energia mundial e são responsáveis apenas por 1,9% da bioenergia total. A sua importância reside principalmente no sector dos transportes, mas mesmo assim, o seu peso não é muito significativo, visto que foram responsáveis apenas por 0,9% do consumo total de energia consumida nos transportes em 2005, pouco acima dos 0,4% registados em 1990 (FAO, 2008). Porém, nos últimos anos, os biocombustíveis líquidos têm sofrido um rápido incremento, quer em volume de produção, quer em procura global por energia para os transportes. O crescimento deverá continuar (International Energy Agency (IEA, 2007).

#### 4.2.1 – Os tipos de Biocombustíveis

São considerados biocombustíveis, no âmbito do Decreto-lei n.º 62/2006, que transpõe a Diretiva n.º 2003/30/CE para a legislação nacional, os seguintes produtos:

##### - Bioetanol:

Corresponde ao etanol produzido a partir de biomassa e/ou da fração biodegradável de resíduos. O etanol é, numa definição simples, um álcool incolor, volátil, inflamável e totalmente solúvel em água, produzido através da fermentação da sacarose. É comercialmente conhecido como álcool etílico, cuja fórmula molecular é  $C_2H_6O$ . O etanol contém  $\pm 35\%$  de oxigénio na sua composição e permite uma combustão limpa, ou seja, da sua queima resulta somente calor (sem resíduos de carbono), pelo que a emissão de  $CO_2$  é muito baixa (UTAD, 2009).

##### - Biodiesel:

É um combustível biodegradável alternativo ao diesel de petróleo, criado a partir de fontes renováveis de energia, sem enxofre na sua composição, que pode ser utilizado em motores diesel, caso esteja de acordo com as normas de qualidade da Agência Nacional do Petróleo portuguesa, sem a necessidade de qualquer tipo de adaptação e sem perda de desempenho. A sua utilização contribui para o aumento da vida útil do motor, pois é melhor lubrificante que o diesel de petróleo. Por ser originado a partir de matérias-primas renováveis (basicamente álcool e óleo vegetal ou gordura animal) e possuir uma combustão limpa, gera menos poluentes do que a combustão do diesel de petróleo.

Sendo um produto extremamente miscível, mesmo não contendo petróleo, pode ser misturado ao diesel convencional em qualquer proporção, sem que isso gere qualquer tipo de prejuízo ou perda de desempenho do motor. Para identificar a proporção da mistura de biodiesel ao diesel de petróleo definiu-se uma nomenclatura que se baseia nas proporções do biodiesel e diesel, ou seja, por exemplo, quando se tem uma mistura de 2% de biodiesel e 98% de diesel, esta recebe o nome de B2. Uma mistura com 5% de biodiesel é chamada de B5 e quando o combustível é apenas biodiesel designa-se por B100. As misturas entre 2% e 20% são as mais utilizadas no mercado mundial. O nome biodiesel é muitas vezes confundido com a mistura de diesel com biodiesel, disponível em alguns postos de combustível, pelo que a designação

correta para a mistura vendida deve ser precedida pela letra B (do inglês Blend) (UTAD, 2009).

- Biogás:

Resulta da degradação biológica da matéria orgânica, por diversas espécies microbianas, que funcionam em condições sintrópicas e simbióticas em anaerobiose (UTAD, 2009).

- Biometanol:

É o metanol produzido a partir de biomassa, para utilização como biocombustível (UTAD, 2009).

- Bioéster dimetílico:

É o éter dimetílico produzido a partir de biomassa, para utilização como biocombustível (UTAD, 2009).

- Bio-ETBE (bioéter etil-ter-butílico):

Produzido a partir do bioetanol; A percentagem volumétrica de bio-ETBE calculada como biocombustível é de 47 % (UTAD, 2009).

- Biocombustíveis sintéticos:

São hidrocarbonetos sintéticos ou misturas de hidrocarbonetos sintéticos produzidos a partir de biomassa (UTAD, 2009).

- Biohidrogénio:

É o hidrogénio produzido a partir de biomassa e/ou da fração biodegradável de resíduos, para utilização como biocombustível (UTAD, 2009).

- Óleo vegetal puro produzido a partir de plantas oleaginosas:

É um óleo produzido por pressão, extração ou métodos comparáveis, a partir de plantas oleaginosas, em bruto ou refinado, mas quimicamente inalterado, para que a sua utilização seja compatível com o tipo de motores e os respetivos requisitos relativos a emissões.



Para além dos biocombustíveis mencionados, existem também os chamados biocombustíveis de segunda geração que são produzidos diretamente a partir da fração sólida da biomassa vegetal ou animal, usando processos biológicos ou através de gaseificação a altas temperaturas e pressão. Pode-se utilizar qualquer tipo de matéria-prima vegetal ou de resíduo agrícola para a produção de combustíveis pois, depois de se removerem os frutos das plantas, que é normalmente a parte que interessa para a alimentação, tudo o resto pode ser utilizado para a produção de biocombustíveis. Por exemplo, para a cana-de-açúcar, em vez de se usar unicamente a sacarose e outros açúcares, é usada toda a planta, o mesmo acontecendo com a planta do milho, a madeira, a palha, qualquer resto vegetal ou resíduo de fibra vegetal. Isto ainda não é uma realidade mas poderá, em breve, ser uma tecnologia que permitirá uma maior diversidade de matérias-primas (UTAD, 2009).

Embora existam alternativas à procura generalizada de energia primária é, e continuará a ser, predominantemente dominada pelos combustíveis fósseis – o carvão, petróleo e gás são responsáveis, atualmente, por 81% do total. Em 2030 estima-se que 82% da energia primária seja fornecida pelo carvão, petróleo e gás, com o carvão a aumentar a sua participação em detrimento do óleo. Biomassa e resíduos de produtos, que atualmente representam 10% da procura global de energia primária, a qual está prevista que reduza ligeiramente para os 9% em 2030. Para o mesmo ano está projetado que os biocombustíveis serão responsáveis ainda por uma percentagem bastante modesta, de 3,0 a 3,5% do consumo mundial de energia usada nos transportes (FAO, 2008).

Apesar da pouca importância dos biocombustíveis líquidos, em termos de fornecimento, esta nova procura por bens agrícolas cotados na bolsa, cria oportunidades, mas também riscos para o sector alimentar e agrícola. De fato, a procura por biocombustíveis poderia reverter a tendência de queda dos preços reais dos bens agrícolas cotados, que, nas últimas décadas, tem esmorecido o crescimento da agricultura na maioria dos países em desenvolvimento. Como tal, os biocombustíveis podem oferecer uma oportunidade para os países em desenvolvimento, onde 75% da população mais empobrecida depende da agricultura como meio de subsistência, aproveitando, desse modo, o crescimento da agricultura para atingir um largo desenvolvimento rural.

#### 4.2.2 – Os Biocombustíveis e a Agricultura

A forte ligação entre a agricultura e a procura por energia pode resultar no aumento dos preços dos produtos agrícolas, no aumento das exportações e do produto interno bruto (PIB). O desenvolvimento dos biocombustíveis pode também promover o acesso à energia em áreas rurais, apoiando assim o crescimento económico.

Ao mesmo tempo, existe o risco de que o aumento dos preços dos alimentos possa ameaçar a questão da segurança alimentar das populações mais pobres do mundo, muitos dos quais empregam mais de metade do rendimento do agregado familiar em alimentos. Além disso, a procura por biocombustíveis pode pressionar, significativamente a base dos recursos naturais, com consequências ambientais e sociais potencialmente prejudiciais, principalmente para pessoas que já não tenham acesso a energia, alimentos, terra e água.

Devido à conjuntura agrónoma atual e às tecnologias de conversão energéticas existentes, a viabilidade económica da maioria dos biocombustíveis líquidos, em muitos países, é ténue se não forem complementados com apoios e subsídios. No entanto, a melhoria dos campos de cultivo, a sua expansão e intensificação, poderia aumentar significativamente a produção de matéria-prima e reduzir custos. A inovação tecnológica no processamento de biocombustível, poderia também reduzir drasticamente os custos, podendo levar os biocombustíveis de segunda geração, com base na celulose, a fornecer os mercados, reduzindo assim a pressão sobre as culturas agrícolas e a pressão sobre os preços dos bens agrícolas cotados nas bolsas de valores (FAO, 2008).

#### 4.2.3 – Políticas e objetivos dos Biocombustíveis

O recente crescimento na produção de biocombustíveis, ocorreu nos países da OCDE, onde os seus efeitos sobre os mercados agrícolas mundiais, no ambiente e na segurança alimentar já estão a gerar bastante debate e controvérsia, predominantemente nos Estados Unidos da América e na União Europeia. Uma exceção é o Brasil, que foi pioneiro no desenvolvimento de um sector nacional de Biocombustíveis, economicamente competitivo, baseado principalmente na cana-de-açúcar. Na OCDE, os biocombustíveis têm sido promovidos com base em políticas de apoio e subsídios à produção e consumo. As mesmas políticas estão agora a ser introduzidas nos países em desenvolvimento.

O principal motivo que leva os países da OCDE a apoiar e subsidiar a produção de biocombustíveis é o de alcançar uma maior segurança energética, e a mitigação das alterações climáticas através da redução das emissões de gases com efeito de estufa, combinadas com o desejo de apoiar a agricultura e ajudar o desenvolvimento rural. Estas preocupações não têm diminuído, na verdade, as alterações climáticas e a futura segurança energética, têm sido cada vez mais, assuntos prioritários nas agendas políticas internacionais. No entanto, o papel dos biocombustíveis no que toca a esta problemática, incluindo as medidas que estão sendo aplicadas, tem sido, cada vez mais, alvo de grande escrutínio. Algumas questões têm sido levantadas acerca da coerência das atuais políticas e dos seus pressupostos subjacentes, trazendo consigo novas dúvidas e preocupações.

As políticas que estão sendo aplicadas são bastante dispendiosas. De fato, as estimativas relativas aos gastos com subsídios, nos biocombustíveis, são elevadas, considerando o seu papel ainda relativamente limitado na oferta mundial de energia. Considerando que está previsto que estes subsídios sejam temporários, será necessária uma maior viabilidade económica a longo prazo dos biocombustíveis. Esta viabilidade, por sua vez, dependerá do custo de outras fontes de energia, sejam elas, energias fósseis, ou a longo prazo, fontes alternativas de energia renovável. Mesmo tendo em conta os recentes aumentos dos preços do petróleo, sem subsídios, apenas o etanol de cana brasileiro parece ser competitivo com os seus homólogos dos combustíveis fósseis (FAO, 2008). É necessária então a ponderação acerca da aposta nos biocombustíveis e da sua viabilidade para se tornarem numa das soluções contra a mudança climática.

“A inação transformará, em poucas décadas, a face da Terra num local onde dificilmente algum ser humano pudesse ter vivido. Aberto está o caminho da catástrofe e incerto é o caminho para a evitarmos.”

Fred Krupp, presidente do fundo de defesa ambiental dos EUA

## **5 - Alterações Climáticas e Agricultura**

Surge, um pouco por todo o lado, indícios inequívocos das alterações climáticas: glaciares a derreter, elevando as águas do mar; árvores que dão flor, precocemente; lagos que gelam mais tarde e aves migratórias, que retardam os seus voos para sul (National Geographic, 2008c).

As plantas e animais cuja existência é regida por fatores ambientais como o advento da Primavera, ou a presença de gelo, foram os primeiros a sentir o fenómeno, sendo que as espécies que restam, estão em movimento para locais propícios à sua sobrevivência. Estudos revelam que 40% das espécies de plantas e animais se estejam a deslocar na direção dos polos ou para zonas mais elevadas na tentativa de assegurar as condições necessárias à sua sobrevivência (National Geographic, 2008a).

Algumas espécies estão a prosperar nas suas novas condições climáticas, sendo que algumas delas podem constituir uma ameaça para a fauna e flora autóctone, assim como para as colheitas. Aos olhos de muitos, as alterações climáticas podem parecer abstratas, com impactes em locais longínquos do mundo em estado brávio. Porém, elas já estão a afetar os locais onde vivemos, sob forma de fenómenos meteorológicos extremos como vagas de calor, secas, inundações e furacões mais violentos (National Geographic, 2008c).

O aumento da frequência de fortes precipitações e a expansão das áreas desérticas poderá parecer paradoxal, mas o calor está a mudar o comportamento da água na Terra. A explicação para este acontecimento será simples: uma atmosfera quente, contém mais humidade, o que aumenta o potencial de geração de tempestades e precipitações elevadas, mas reforça também a evaporação. Consequentemente, as zonas húmidas tornam-se mais húmidas e as zonas áridas mais secas.

As alterações climáticas já tornaram zonas áridas ainda mais secas e poderão intensificar os períodos de seca, noutras áreas do globo. Os países africanos integram a lista dos mais afetados, pois dependem fortemente da agricultura de regadio e, na maioria dos casos, não terão meios para se munir de tecnologia necessária para uma readaptação.

A desertificação é um problema que afeta os solos, e que está amplamente disseminado pelo mundo. Esse tema foi abordado no capítulo “O solo e a agricultura”. Uma das causas apontadas para o seu agravamento são as alterações climáticas e uma das consequências, na presente década, será o desalojamento de 50 milhões de pessoas, sobretudo na África subsariana, pois os alimentos não chegam, para todos.

Sinteticamente pode-se referir que o efeito de estufa ocorre naturalmente. Os gases presentes na atmosfera (vapor de água, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) são responsáveis pelas temperaturas amenas que são ideais para o bom funcionamento dos ecossistemas, tal como os conhecemos. Este efeito promove um equilíbrio entre a energia recebida pelo sol, que fica na Terra e aquela que é devolvida para o espaço, em percentagens que podem ser estimadas em:

- 30% da energia solar, é refletida de volta para o Espaço;
- 20% é absorvida pela atmosfera;
- 50% é absorvida pela superfície terrestre (oceano, campo, florestas, cidades...).

Pensa-se que este equilíbrio esteja a ser desfeito pelas enormes quantidades de gases com potencial de efeito de estufa, que as atividades humanas libertam para a atmosfera. A agricultura, sendo uma das atividades que tem maior representatividade, não será exceção, sendo que os principais gases com potencial efeito de estufa são:

- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>);
- Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O); e
- Metano (CH<sub>4</sub>)

Segue-se uma breve explicação acerca das causas e consequências das práticas agrícolas na emissão destes poluentes, bem como as práticas e medidas preventivas ou corretivas, que poderão ser aplicadas.

## 5.1 - Emissões de gases de efeito de estufa

O dióxido de carbono é o gás com efeito de estufa que o Homem gera em maior abundância, contudo, as emissões de óxido nitroso e metano estão também a aumentar e a agricultura tem um papel direto e significativo neste incremento.

### 5.1.1 – Dióxido de Carbono - CO<sub>2</sub>

As emissões de CO<sub>2</sub> no setor agrícola, representam entre 21 a 25 % das emissões antropogénicas totais. As principais razões desta elevada percentagem são as grandes entradas energéticas que são necessárias nos sistemas agrícolas convencionais, que permitem também que grandes áreas de floresta sejam dizimadas, perdendo-se o seu efeito benéfico, na compensação das emissões globais de gases com efeito estufa. (FAO, 2006).

O crescimento de plantas é responsável pela retirada de grandes volumes de carbono, mas as mudanças no uso de terrenos, como a conversão maciça de florestas tropicais em monoculturas têm depauperado os recursos naturais que mitigam as alterações climáticas. A desflorestação estará na origem de 20% do total das emissões antropogénicas de CO<sub>2</sub> e a grande parte das queimadas são programadas para libertar os campos para a produção agrícola intensiva, como acontece na Amazónia, ou no Bornéu (National Geographic, 2008c).

A utilização massiva de combustíveis fósseis para alimentar os equipamentos mecânicos, nas várias fases da produção, dos processos agrícolas convencionais possibilita o aumento das áreas de exploração, sendo que a proliferação das culturas se tem dado em direção ao interior das florestas primárias. A substituição da vegetação destas florestas por monoculturas, irá diminuir o sequestro de carbono, não só relacionado com o processo fotossintético, mas também pelo armazenamento da biomassa presente no solo. A utilização de produtos químicos, bem como a prática da irrigação irão diminuir o teor de matéria orgânica nos solos, cujas estimativas apontam para que contenham cerca de 2.300 Gigatoneladas de Carbono, mais do triplo do que existe na atmosfera terrestre, que se estima em cerca de 762 GtC (National Geographic, 2008c).

O armazenamento de CO<sub>2</sub> no solo diminui com a sua utilização para fins agrícolas.

Tal como referido, no capítulo “A agricultura e a energia”, a utilização de fertilizantes e pesticidas sintéticos, utilizados nos sistemas agrícolas convencionais, requer uma quantidade significativa de energia, associada à sua fase de produção, logo existirá uma fatura em emissões de gases de efeitos de estufa, proveniente da queima de combustíveis fósseis.

Na Figura 19 pode observar-se a escalada da concentração de CO<sub>2</sub>, que ameaça romper o equilíbrio na atmosfera terrestre.

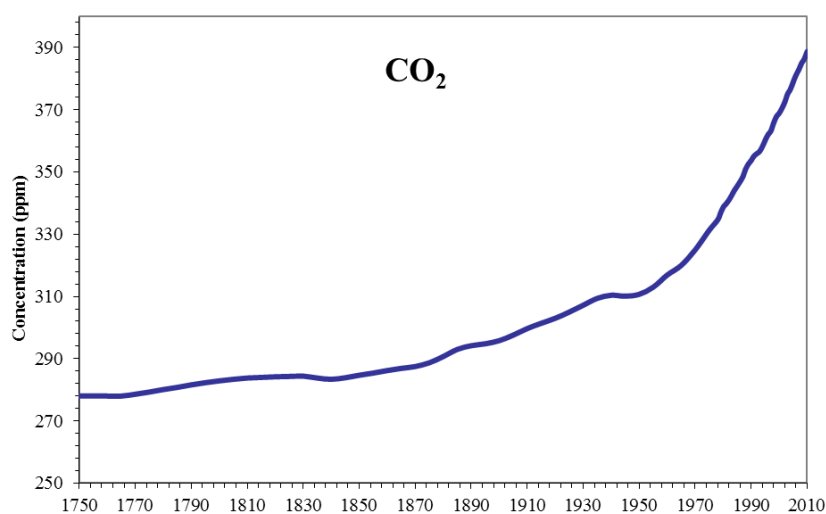


Figura 19 - Evolução da concentração global de CO<sub>2</sub> – Fonte: UE, 2010

A concentração de CO<sub>2</sub>, na atmosfera, era, em 2011, na ordem dos 391 ppm, sendo registada uma subida média de um a três ppm por ano (UE, 2013).



### 5.1.2 – Óxido Nitroso - $N_2O$

O dióxido de carbono é o gás de efeito de estufa que o Homem gera em maior abundância, mas as concentrações de gases como o óxido nitroso e o metano estão também a aumentar e a agricultura tem um papel direto e significativo neste incremento.

O óxido nitroso ( $N_2O$ ) contribui para o efeito de estufa mas também para o declínio do  $O_3$  estratosférico. A agricultura contribui com 65-80% do total de  $N_2O$  emitido para a atmosfera, sobretudo devido aos fertilizantes nitrogenados e à pecuária. Cerca de 90% do  $N_2O$  na atmosfera é formado durante a transformação microbiana de nitrato ( $NO_3^-$ ) e hidróxido de amónia ( $NH_4^+$ ), nos solos e na água (FAO, 2003).

O óxido nitroso mantém-se na atmosfera por 114 anos e tem 216 vezes a capacidade de absorção de radiação do  $CO_2$ . O seu potencial de aquecimento global, a 20 anos, é também elevadíssimo, representando 289 vezes o potencial do  $CO_2$  (National Geographic, 2008c).

Na Figura 20, pode-se observar o aumento do  $N_2O$  na atmosfera terrestre, ao longo dos anos:

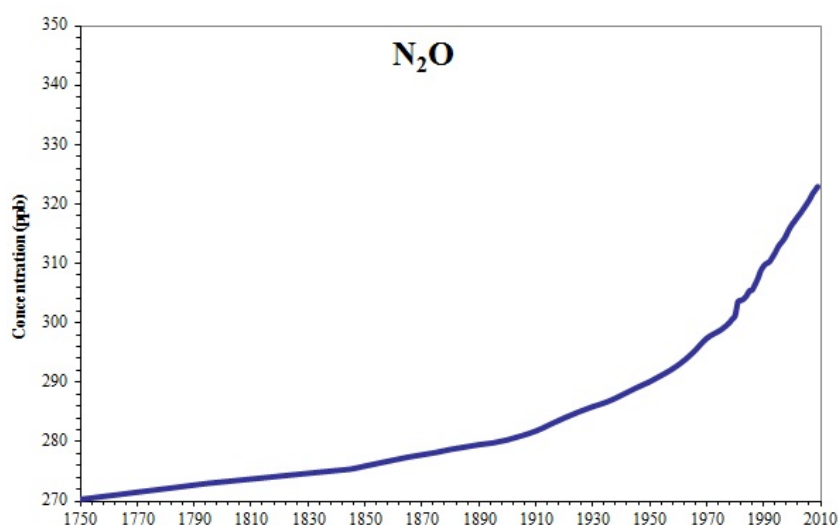


Figura 20 - Evolução da concentração de  $N_2O$  – Fonte: UE, 2010

A concentração do óxido nitroso, na atmosfera, será cerca de 320 partes por milhares de milhão (ppb) (UE, 2012).

### 5.1.3 – Metano - CH<sub>4</sub>

Estima-se que a agricultura seja responsável pela emissão de 2/3 do total de metano com proveniência antropogénica (FAO, 2002). Práticas como o cultivo de arroz, a queima de biomassa e a produção de gado parecem ser os responsáveis.

O gás metano pode manter-se durante 12 anos na atmosfera, tendo a capacidade de absorção de radiação 26 vezes superior ao CO<sub>2</sub> e o potencial de causar aquecimento global do CO<sub>2</sub>, em 20 anos, multiplicado 72 vezes (National Geographic, 2008c).

A Figura 21 mostra o aumento da concentração de metano na atmosfera, ao longo dos anos:

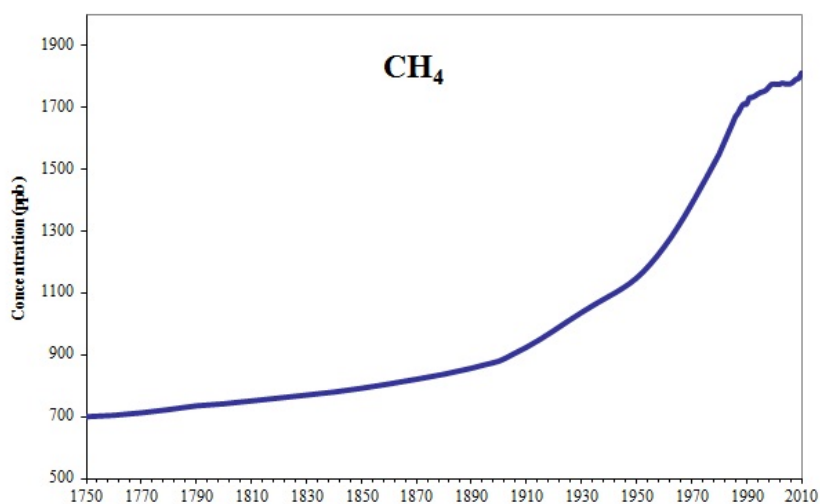


Figura 21 - Evolução da concentração de CH<sub>4</sub> – Fonte: UE, 2010

A concentração de metano, na atmosfera, será entre os 1750 e os 1800 ppb (UE, 2013).

## 5.2 – Medidas e práticas biológicas

A investigação no sentido de quantificar o papel da agricultura biológica, na mitigação e adaptação às alterações climáticas, poderia atingir a finalidade de melhorar as técnicas agrícolas e a ampla divulgação dos resultados permitiria que essas técnicas fossem encaradas como uma solução para a problemática.

Sabe-se, desde há muito tempo, que a prática da agricultura biológica, com utilização de espécies adaptadas a cada região, poderá constituir uma medida que permitirá uma maior resistência e adaptação das culturas às alterações climáticas. Ao preservarem as sementes e biodiversidade das culturas, aumenta a resistência a pragas e doenças.

As práticas biológicas ao evitarem a perda de matéria orgânica, de nutrientes e de água, contidos no solo, irão provocar que este se torne mais resistente a inundações, a secas, à erosão e, à consequente, desertificação. A minimização dos fatores de risco associados à agricultura convencional, recorrendo a agroecossistemas estáveis, irá também levar a uma maior resiliência das culturas (IFOAM, 2007).

Por sua vez, a mitigação específica de cada gás com efeito de estufa referido anteriormente envolve certas práticas, seguidamente, apontadas:

### 5.2.1 – Dióxido de Carbono - CO<sub>2</sub>

O CO<sub>2</sub> sequestrado no solo pode ser mais facilmente libertado com a sua utilização para fins agrícolas. As estratégias biológicas que proporcionam a reciclagem da matéria orgânica confinando o ciclo dos nutrientes, permitem reconstruir os níveis de biomassa e reduzir perdas nutricionais do sistema. Técnicas como a rotatividade de culturas e a utilização de estrume e adubo verde mantêm, ou aumentam, o teor de matéria orgânica nos solos, que irá servir de reservatório de carbono (FAO, 2002).

Num sistema biológico, o consumo de energia é reduzido em entre 20 e 70% por unidade de área, dependendo das espécies cultivadas (IFOAM, 2007).

### 5.2.2 – Óxido Nitroso - N<sub>2</sub>O

A proibição de azoto mineral, sinteticamente produzido, na agricultura biológica limita as emissões de N<sub>2</sub>O, pois a quantidade de azoto presente nos adubos verdes e estrume é menor. Outra vantagem destes fertilizantes é a maior proporção Carbono/Azoto (FAO, 2002).

A cobertura permanente do solo em sistemas biológicos resulta numa absorção mais eficaz do azoto móvel, presente no solo, reduzindo assim as emissões de N<sub>2</sub>O para a atmosfera (IFOAM, 2007).

### 5.2.2 – Metano - CH<sub>4</sub>

Não existem dados acerca dos efeitos da agricultura biológica nas emissões de metano, ainda assim, pensa-se que as emissões proveniente da pecuária não sejam afetadas pelas práticas biológicas. É provável que haja um pequeno incremento dos níveis de CH<sub>4</sub> nos sistemas biológicos, tendo em conta o maior número de animais necessários para atingir os mesmos níveis de produtividade (FAO, 2002). Ainda assim, podemos apontar como medida preventiva, a gestão correta do manuseamento do estrume nas atividades de pecuária e as práticas na alimentação dos animais (US EPA, 2012).

O aproveitamento energético nos campos de cultivo pode também ser uma forma de minimizar a emissão de CH<sub>4</sub>.

### 5.3 – Novo clima, novo mapa agrícola

As alterações climáticas prometem um clima mais errático, menos previsível, o qual pode conduzir a um novo mapa agrícola, que poderá emergir com as novas condições climáticas.

As condições de temperatura e precipitação favoráveis aos diversos géneros de culturas e ecossistemas estarão em vias de migrar para latitudes e altitudes mais elevadas, da ordem dos 200 quilómetros e 150 metros, respetivamente.

O aquecimento global, já registado, de 0,74°C, não é uniforme em toda a extensão do planeta, sendo que, por exemplo, na França registou-se um aumento de 1,1. Isto quererá dizer que as alterações geográficas das culturas, irão variar consoante as variações dos climas regionais, não sendo os valores que apontamos, dotados de certezas absolutas ou de rigidez.

Em regiões como a Austrália, a Califórnia, o norte da China, o Rajastão (Índia) e a própria bacia mediterrânica passam por dificuldade significativas que afetam as culturas de Verão. Numa situação hipotética, mas cada vez mais provável, com um aquecimento de 2° C em relação à era pré-industrial, o Uganda deixaria de ser propício ao cultivo de café, graças ao qual obtém dois terços das suas divisas. As perdas de biodiversidade no México, Austrália ou África do Sul estimam-se entre ¼ e ½ das atuais espécies. As previsões apontam para que, a subida de 2,5° C, no final do século, provoque a escassez de água para uma população estimada de 3 mil milhões de pessoas (*Le Monde Diplomatique*, 2008).

O derretimento dos glaciares dos Himalaias, ameaçará as culturas da Ásia continental, pois os Verões trarão a seca, e a Primavera chuvas mais violentas. O derretimento das calotes polares, devido a uma maior taxa de evaporação, provocará também maiores níveis de precipitação. Os níveis dos oceanos irão subir entre 20 e 60 centímetros, submergindo grandes áreas continentais, que se situam abaixo da cota os 50 cm, atualmente ocupadas pelo Homem. No Bangladesh, serão 16 mil km<sup>2</sup>, na Indonésia 30 mil km<sup>2</sup> e no Vietname, 20 mil km<sup>2</sup>. Mas muito mais países estarão em risco, estima-se que habitem 250 milhões de pessoas, a menos de um metro de altitude (*Le Monde Diplomatique*, 2008).

Picos de temperatura serão mais frequentes, acontecimento que levará ao aumento dos incêndios florestais e à redução do crescimento vegetal. Pode-se aqui identificar um dos efeitos que ditam a irreversibilidade das alterações climáticas.

Inicialmente, as perdas ocorridas nas regiões secas ou submergidas irão ser compensadas pelo aumento da produtividade das terras setentrionais. Mas as acentuadas irregularidades perturbarão o crescimento das plantas, o que originará quebras acentuadas na produção alimentar global. Isto irá contra as necessidades crescentes das populações, cujo abastecimento terá de quintuplicar em certas regiões do globo com elevados índices de natalidade e carências nutricionais.

Os ecossistemas já fragilizados terão menor acesso aos recursos biológicos indispensáveis à sua adaptação. As pesadas técnicas da Revolução verde, em particular a irrigação, convergem para tornarem inexploráveis, algumas superfícies (a salinidade afeta já 8% das terras irrigadas) (*Le Monde Diplomatique*, 2008). Devido ao melhor estado dos solos que ocupa, as culturas biológicas serão menos vulneráveis do que as culturas convencionais.

A resiliência da sociedade face à desregulação climática passará por um reforço da segurança dos agroecossistemas. Uma redução da impregnação química e a implementação de um Ordenamento do território que dê espaço aos ecossistemas para se adaptarem e/ou migrarem, em função das alterações climáticas, parecem ser a resposta para a sobrevivência.

“Quando puxamos um elemento isolado da Natureza acabamos por descobrir que ele está agarrado ao resto do mundo.”

John Muir – conservacionista americano

## 6 – Biodiversidade e Agricultura

No último século, as atividades agrícolas intensivas (com o uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos e a especialização em monoculturas) têm sido praticadas em detrimento de modos de produção agrícola que privilegiam a biodiversidade. A diversidade genética, as variedades cultiváveis, as raças de animais de quinta, mas também a diversidade da flora e fauna selvagens, bem como os ecossistemas (FAO, 2002) têm sido lesados por *inputs* e práticas que têm sido, amplamente aplicadas, em maior ou menor escala em todos os países. Em contraposição a esta lesão permanente dos ecossistemas e seus agentes, a agricultura biológica visa a manutenção dos saldos ecológicos, ligando atividades agrícolas com a conservação da biodiversidade (FAO, 2002).

Os princípios pelos quais se rege a agricultura biológica, visando a estabilidade e o equilíbrio dentro dos ecossistemas apontam para uma maior observação e respeito pelas relações que se estabelecem nas cadeias alimentares e nos ciclos naturais (FAO, 2002), que podem, muitas vezes, passar despercebidos. Quando se observa o habitat que se forma, aquando da implantação de um sistema agrícola, não temos mais que uma percepção mínima da multiplicidade de relações que se estabelecem no ecossistema que está a ser criado.

No entanto, sabe-se que a fauna e flora presentes, na área onde se planeia implementar um sistema agrícola, deverão ser alvo de proteção, pois a variedade da vida na Terra é a base de toda a agricultura, desde o alimento consumido, aos serviços que nos presta o ecossistema na fase de produção (IFOAM, 2007). Este é um facto inegável, pois foi utilizando estes serviços que os nossos ancestrais descobriram a forma de produzir e otimizar os seus próprios alimentos, desenvolvendo técnicas que permitiram um maior aproveitamento das condições já existentes no planeta. Estes serviços continuam a ser imprescindíveis na produção agrícola, mas, um facto inegável é que a maioria dos grandes produtores, em troca de uma maior facilidade de produção, parecem não ter interesse nos impactes que a sua ação causa nesses mesmos ecossistemas, que permitem aos agricultores, retirar benefícios da sua atividade.

Desde a vasta implementação dos princípios que conduziram à dita Revolução Verde, isto é, no último quarto do século XX, o declínio da biodiversidade tem-se processado a um ritmo avassalador. No seio da comunidade científica aponta-se para sexta extinção em massa (National Geographic, 2008a), mas desta vez, a responsabilidade não é exclusivamente apontada a causas naturais. Ações levadas a cabo pelo ser humano têm posto a nu as fragilidades de certas espécies e ecossistemas, pois a sua capacidade de adaptação aos novos obstáculos, impostos por essas mesmas ações têm sido fatais para muitas espécies.

Segundo a IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), a principal ameaça para as espécies tem sido a perda do habitat. Nos últimos 25 anos, a explicação mais evidente para a queda da biodiversidade tem sido esta, visto que entre 85 e 90% das espécies consideradas como “ameaçadas” ou “em risco de extinção”, têm visto os territórios propícios ao seu saudável desenvolvimento serem destruídos, principalmente, para produção agrícola. As evidências apontam para que as lesões infringidas atinjam, por exemplo, 70% das espécies ameaçadas de pássaros e 49% de todas as espécies de plantas.

Esta é uma questão que se deve debater e combater, visto que o ser humano não se poderá alhear destas evidências que tanto por uma questão ética, como por uma questão da própria vivência sadia no planeta, deve ser posta em marcha uma ação urgente e eficaz.

As áreas afetas à agricultura e pecuária têm crescido a um ritmo bastante elevado. Estima-se que 37% dos solos não cobertos de gelo estejam afetos à produção de alimentos, sendo que a maior extensão de terra arável e de cultivo permanente (178



milhões de hectares) se situa nos EUA. (National Geographic, 2008a) Já em Portugal, essa área será de 3636 ha, segundo dados da FAO, relativos a 2001, o que representa mais de um terço do território nacional português.

Se estes sistemas de produção não seguirem um trajeto, no sentido da manutenção ou melhoria das condições de vida da fauna e flora autóctone será difícil impedir que continue o declínio da biodiversidade, isto porque a população continuará a aumentar, assim como os padrões de vida. Segundo as previsões das Nações Unidas, a população, por volta de 2050, atingirá os 9 mil milhões de habitantes. Face ao aumento de 2 mil milhões, em relação à atualidade, estudos apontam para que sejam convertidos em produções agrícolas mais mil milhões de hectares, que, nomeadamente nos países mais desenvolvidos e emergentes tomarão o lugar dos habitats naturais.

Como consequência desta demanda por terras de cultivo, atualmente, uma parte significativa da biodiversidade situa-se nesses mesmos terrenos, onde todos os esforços são feitos para que sejam de elevada qualidade para consumo humano (Krebs, 1999), os alimentos aí cultivados. Esta extensão dos territórios de produção resultou numa simplificação biológica do ambiente agrícola e na criação de um ecossistema semiartificial que requer uma ação constante por parte do ser humano para regular o seu funcionamento interno (Altieri, 1999). Ação que tem sido realizada, principalmente, através de agentes químicos, estranhos ao ecossistema.

A par desta expansão da agricultura moderna, estão as suas práticas intensivas, que constituem, também, uma ameaça, bem presente em todos os sistemas vivos. Na natureza não há fronteiras, pois, seja o que for que é enviado para o solo, água ou atmosfera, facilmente irá acabar por se incorporar nas cadeias alimentares. Esta é uma evidência que é ainda mais real se considerarmos que é na própria produção de alimentos que esses agentes externos são utilizados. Esta constatação torna-se grave, pois para além da fragilidade dos constituintes dos ecossistemas, esses agentes são cada vez mais poderosos e nocivos, o que faz desta uma questão, que diretamente implicará graves problemas para a saúde de todos os consumidores dos alimentos cultivados, por intermédio das práticas conhecidas como convencionais.

Devido à sua falta de sustentabilidade, estima-se que, nos próximos 50 anos, a agricultura global ameaçará a biodiversidade a um ritmo sem precedentes. Esta poderá rivalizar com as alterações climáticas na sua significância para a persistência da panóplia de espécies (Tilman *et al.*, 2001).

Para preservar as espécies raras e em perigo são necessários frequentemente programas especiais de proteção, não bastando os programas de compensação ecológica para explorações intensivas (FiBL, 2012). Sendo assim, os sistemas biológicos em combinação com valiosas áreas seminaturais podem contribuir significativamente para aumentar o número de espécies (Pfiffener *et al.*, 2003).

As áreas seminaturais caracterizam-se por constituírem uma zona contínua de transição entre as áreas cultivadas e as áreas naturais, constituindo o habitat para numerosas espécies, umas mais benéficas para as culturas que outras, mas todas com o seu papel a desempenhar no ecossistema. Esta medida, provavelmente, resultará em campos mais pequenos, o que favorece a variedade e abundância de carabídeos, aranhas e flora arável, que vão diminuindo, à medida que aumenta a distância às fronteiras dos campos (Friebe e Kopke, 1995; Hald, 1999; Jmhasly e Nentwig, 1995; Kay e Gregory, 1998; Kay e Gregory, 1999; Kromp, 1999).

Atualmente, os esforços conduzidos por parte das organizações de conservação da biodiversidade têm sido focados, quase exclusivamente nos ecossistemas naturais, que representam 10% da área total da superfície terrestre não submersa, em contraste com as zonas afetadas à agricultura que representam cerca de 37% (National Geographic, 2008a).

Esta é uma diferença significativa, que faz com que muitas espécies, cujo habitat primário é natural, interajam com os sistemas agrícolas. Daqui, a importância da forma de gestão do sistema agrícola afetar, diretamente, o sucesso de uma imensa variedade de espécies. No entanto, no último século, muita desta gestão tem sido feita em detrimento da biodiversidade, com a agricultura a causar mais perdas do que ganhos (Benton *et al.*, 2003; Robinson e Sutherland, 2002).

A agricultura biológica é uma das alternativas viáveis no favorecimento da biodiversidade e a proteção dos ecossistemas primários. Pela sua abordagem holística, assume o compromisso da sua preservação.

Na sua filosofia e princípios está plasmado que a proteção dos agroecossistemas deve privilegiar a gestão e não a utilização de agentes externos. Resumidamente, podemos apontar algumas dessas medidas, recolhidas no sítio da UE, que visam a conservação da biodiversidade e onde se incluem:

- A utilização de estrume capaz de aumentar a concentração de microrganismos, minhocas, aranhas e coleópteros benéficos no solo;
- A rotação de culturas e o uso de variedades de plantas adequadas que possam competir com as infestantes e que resistam às pragas e doenças, fortalece as plantas desejadas e desfavorece as indesejadas;
- As rotações de culturas resultam na produção de mais variedades de culturas primárias, leguminosas e forragens;
- Privilegiar variedades de plantas e raças de animais autóctones mantém a diversidade natural em zonas biogeográficas diferenciadas;
- A introdução de inimigos naturais das plantas infestantes e pragas, em vez da utilização de pesticidas sintéticos, favorece o incremento da vida animal. (UE, 2004)

A eliminação do uso de químicos e a implementação de algumas técnicas empíricas tradicionais e/ou estudadas cientificamente, constituem não apenas uma melhoria significativa na preservação da biodiversidade, mas também uma melhoria na saúde humana.

Os padrões que foram desenvolvidos mundialmente para a agricultura biológica, encaram a biodiversidade como parte integrante de um sistema orgânico equilibrado. Segundo o IFOAM, o respeito pela variedade deveria constar na legislação da certificação biológica, o que exigiria uma maior cooperação entre governos, organizações ambientais e “indústrias agrícolas”. No entanto, razões, tal como a dificuldade existente de quantificação de populações de indivíduos, torna-se difícil encontrar uma medida razoável objetiva para esse parâmetro legislativo.

Embora, não existindo leis específicas na certificação, a abordagem, a esta matéria, por parte dos agricultores biológicos deverá obedecer a um código deontológico, que visa todas as fases e áreas da quinta orgânica, desde a implantação à sua exploração.

Um sistema de agricultura biológica deverá ser implantado, de modo a aproveitar, largamente, os recursos locais disponíveis, procurando, claramente, uma aliança entre a manutenção das condições ecológicas e a produção. Geralmente, nas quintas orgânicas a biodiversidade é tanto maior, quanto maior for a rotação de culturas, a integração de animais domésticos e o número de espécies cultivadas (IFOAM, 2007).

Os grandes níveis de biodiversidade poderão fortalecer os sistemas agrícolas e as suas práticas, devido aos serviços ecológicos que as espécies selvagens realizam, tais como:

- Polinização;
- Predação de pragas no solo e plantações;
- Decomposição do estrume nas pastagens;
- Redução da erosão do solo nas terras aráveis.

Habitats com numerosas espécies adaptam-se melhor às mudanças no ambiente (IFOAM, 2007). Este é um facto que tem sido menosprezado por parte dos praticantes da agricultura convencional, mas muito bem aceite por aqueles cujos laços culturais os ligam, profundamente, com a natureza, sendo que os seus ciclos, não foram esquecidos com tempo. Esta filosofia foi adotada por parte do agricultor biológico, que na sua abordagem holística, visa a sustentabilidade da sua atividade.

Um sistema biológico é, então, um sistema que não produz apenas alimentos que se podem vender, mas também biodiversidade (IFOAM, 2007). Uma alteração essencial da política agrícola, para a conservação dos ecossistemas, requer, também uma mudança no modo de educação dos atuais e futuros agricultores, bem como o investimento em informação e treino, que lhes irá proporcionar ferramentas para serem os próprios agentes da mudança, propagando a ideia do duplo papel do agricultor não apenas como utilizador, mas também como conservador da biodiversidade (FAO, 2002).

Esta ação conservacionista poderá, segundo a FAO, ocorrer a três diferentes níveis, com benefícios associados, a cada um deles:

- Nível dos genes: as espécies autóctones de sementes e raças de animais adaptadas à região são preferidas devido à sua maior resistência a doenças e ao stress climático;
- Nível das espécies: as associações de plantas e animais otimizam o ciclo dos nutrientes e requerem menor uso de energia;
- Nível do ecossistema: a manutenção das áreas naturais em redor dos campos biológicos e a abstinência de químicos criam um habitat saudável para a vida selvagem. Esta aliança (com a vida selvagem) será essencial para o controle de pragas, mantendo a biodiversidade, evitando a emergência de químicos.

A implementação das práticas que visam, diretamente, a preservação dos recursos naturais pode muitas vezes levar a perdas na produção, principalmente, nas

primeiras etapas, pois o sistema biológico requer um agroecossistema estável (FAO, 2002). Uma medida bem aceita por todos os agricultores, que procuram minimizar o impacto da sua atividade, seria a promoção de compensações, por parte dos governos.

A par do encorajamento para a adoção da agricultura biológica, a eliminação dos incentivos que beneficiam, claramente, os métodos convencionais que lesam, direta ou indiretamente a biodiversidade, contribuiria, para a sua preservação do meio ambiente.

Medidas compensatórias poderiam levar grande número de agricultores a adotar práticas mais sustentáveis, no entanto, para atingir metas satisfatórias devem-se prever mecanismos jurídicos e económicos que visem a implementação do princípio “poluidor-pagador” na agricultura e a contabilização dos custos reais da exploração agrícola intensiva, incluindo custos no ambiente, tais como: impactes na fauna e flora selvagem, nos polinizadores, nos inimigos naturais das pragas, na qualidade da água e o desenvolvimento de resistência nas pragas; e, também, as perdas sociais, que incluem: envenenamentos, doenças ou expropriação (IFOAM, 2007). Estas medidas jurídicas e, também, a redução dos processos burocráticos, colocariam potencialmente os sistemas biológicos em pé de igualdade com os sistemas convencionais, facilitando a adoção de práticas que reduziriam os impactes da agricultura na biodiversidade.

Uma mudança na política agrícola seria uma forma de responder ao declínio da biodiversidade e degradação dos ecossistemas em geral. Um sistema agrícola em que os benefícios para a biodiversidade fossem valorizados poderia ser implantado, com contrapartidas que não se podem economicamente contabilizar.

## 6.1 – A diversidade de sementes

“A grande maioria das culturas, na Terra, aponta para que a nossa grande missão, pela qual vivemos, é a de cumprir o nosso papel de conservação de diversidade da vida.”

Vandana Shiva, física e ativista ambiental indiana.

No seu sentido mais espiritual, a semente tem sido encarada como um elemento sagrado e criador de vida, pois tem uma posição basilar na reprodução da vida na Terra. Mais do que um sustento, nas civilizações mais antigas e tradicionais (que, no mundo atual, se encontram gravemente ameaçadas) as sementes tomam uma dimensão cultural, agregando-se com a língua e costumes, para tornar uma civilização singular.

Isto acontece, pois tal como as diferentes paisagens, transformadas pelas distintas formas de cultivo, as sementes, também se diversificaram. Foi quando as comunidades eram separadas por mares, oceanos e desertos, que uma multiplicidade de culturas evoluiu, com todas as suas especificidades, adaptadas aos climas regionais.

Muito antes de Mendel e Darwin, realizarem as conclusões dos seus estudos, já o cruzamento, para otimização das espécies cultiváveis, bebendo do melhor de cada raça, tentando reproduzir essas características e criando, como que, super-variedades, adaptadas ao clima e terrenos regionais, fazendo, assim, parte do processo evolucionário de seleção vegetal (IFOAM, 2007).

Este progresso no modo de tratar as sementes demonstrou que a inteligente ação dos agricultores nos tem dado não apenas biodiversidade, mas também a mais alta qualidade de alimentos, ao nível do sabor e nutrição.

Os cruzamentos efetuados, com o fim da resiliência da sua comunidade, promoveu acordos de cooperação, com outros agricultores, pois a semente colhida era, posteriormente, armazenada, escolhida e dividida (FAO, 2002), conservando assim o património genético, tal qual um tesouro herdado dos seus antepassados para alimentação das gerações presentes e futuras (IFOAM, 2007). Deste modo, privilegiando a diversidade das culturas, tomavam-se precauções para enfrentar as mudanças no ambiente, tal como alterações climáticas, visando, também, a reposição dos diferentes níveis nutricionais, tanto no organismo, como no solo.

Estas práticas foram adotadas pelos agricultores que, nos dias que correm são guardiões desta biodiversidade, conservando *in-situ* espécies e variedades autóctones e tradicionais, trocando sementes com outros praticantes de agricultura (IFOAM, 2007),

contribuindo, assim, para a segurança das sementes e a disponibilidade de variedades para o futuro. A diversidade genética depende da diversidade dos reprodutores de sementes (IFOAM, 2007), sendo que quanto maior for esta diversidade, mais protegidos estarão os agroecossistemas contra os agentes naturais nocivos às colheitas e estarão, também, menos dependentes de químicos externos.

Os princípios da agricultura biológica recomendam o cultivo de espécies adaptadas à região e às condições do solo, menos suscetíveis a doenças e pragas, características encontradas nas ancestrais culturas nativas (FAO, 2002). A proteção da variedade de sementes nativas é uma importante iniciativa do movimento biológico, contudo, as suas práticas dependem dos agricultores individuais (FAO, 2002).

Ligados aos projetos de agricultura biológica, existem, também bancos de sementes e programas mundiais de preservação de variedades indígenas. A segurança alimentar poderá em muitos casos depender de programas como estes. Claramente, um exemplo que se deve considerar é o do Quênia, onde as sementes nativas têm-se revelado mais resistentes aos longos períodos de seca severa (FAO, 2002).

Os bancos de sementes, que existem disseminados pelo mundo, vão assegurando a diversidade de plantas úteis e cereais, que em caso de catástrofes, poderão salvar um povo ou quem sabe, toda a Humanidade da fome. O Banco Mundial de Sementes, inaugurado em 2008, no interior de uma montanha do arquipélago ártico norueguês de Spitsbergen (a cerca de mil quilómetros do Pólo Norte), irá guardar 4,5 milhões de sementes das mais importantes plantas úteis conhecidas.

No entanto, a perda da diversidade em pequenas estações regionais de reprodução de sementes, bem como a diminuição do número de pequenos reprodutores de sementes, devido ao crescimento de grandes multinacionais (IFOAM, 2007), tem sido um revés na preservação do património genético das sementes.

Atualmente, a tendência registada para a monocultura e uniformidade de variedades de alto-rendimento conduziu a uma redução significativa do número de espécies de plantas e animais utilizados na agricultura (FAO, 2002).

Os dados apresentados pela FAO, não deixam dúvidas:

- Na Índia: desde a Revolução Verde, as espécies de arroz cultivadas sofreram uma redução avassaladora de 100000 para 10;
- No México: apenas 20% das variedades de milho conhecidas em 1930 são agora registadas;

- Na China: das 10.000 variedades de trigo que eram cultivadas em 1949, só restam menos de 1000.

As práticas intensivas da monocultura e a aposta nas espécies de alto-rendimento, não são, efetivamente, a única ameaça para a biodiversidade. Existe uma outra ameaça para a diversidade genética das espécies cultiváveis e para a biodiversidade, em geral: os efeitos colaterais da implementação dos produtos da engenharia genética (FAO, 2002).



## 6.2 – Organismos Geneticamente Modificados (OGM)

De acordo com a Diretiva 2001/18, da UE, os OGM são qualquer organismo, com exceção do ser humano, cujo material genético tenha sido modificado de uma forma que não ocorre naturalmente por meio de cruzamentos e/ou de recombinação natural.

Nas últimas décadas, têm sido debatidos, nos vários países do mundo, o futuro e os riscos inerentes destes produtos da biotecnologia moderna. Mas a batalha ideológica entre os que estão contra e os defensores dos organismos geneticamente modificados, tem acontecido no interior dos tribunais e parlamentos, ao invés de se observar e investigar o que, efetivamente, se passa no campo. Ainda assim, a regulamentação acerca dos OGM não tem sido tão completa como se requer numa questão tão delicada.

A avaliação do risco dos OGM utiliza uma série de princípios e diretrizes, construídos a partir da acumulação de experiência e de conhecimento científico. Apesar da limitação das técnicas, estas poderão ser o primeiro passo para um consenso e diálogo acerca da regulação dos OGM a nível mundial (Paoletti *et al.*, 2008).

O Codex Alimentarius, foi criado em 1963, pela FAO e OMS (Organização Mundial de Saúde), com intuito de proteger a saúde dos consumidores, assegurar trocas comerciais justas e promover a coordenação das entidades governamentais e não-governamentais (Codex Alimentarius, 1963), responsáveis pela segurança alimentar. Este código foi sendo atualizado, com o evoluir da produção alimentar, sempre visando os mesmos princípios, mas facultando novas diretrizes para os países-membros e organizações afetas, seguirem rigorosamente.

Certos conteúdos adicionados acerca dos OGM, em 2003, visam, precisamente a análise do risco, estabelecendo: i) os princípios para a análise de risco dos alimentos derivados da biotecnologia moderna (Documento de Princípios); ii) as diretrizes para a avaliação da segurança dos alimentos derivados das plantas de DNA-recombinado (Diretrizes das plantas); iii) as diretrizes para avaliação da segurança dos alimentos derivados dos micróbios de DNA-recombinado.

No primeiro dos documentos, estão estabelecidos os princípios estruturais da avaliação do risco. A sua importância deve-se ao facto de existirem poucas experiências que avaliem a segurança alimentar dos OGM ao contrário do que se passa com os efeitos da utilização de químicos, amplamente estudados (Paoletti *et al.*, 2008).

A metodologia principal que se requer é que estes não devem ser avaliados, por si só, mas devem ser comparados com os alimentos aceites como seguros, pelo seu uso na história, através de métodos imparciais e bem estruturados (Paoletti *et al.*, 2008). O código estabelece que se devem identificar as diferenças programadas e não programadas, os novos riscos e as alterações a nível nutricional.

As diretrizes, expostas nos documentos seguintes, apresentam mais detalhadamente o modo de avaliação de riscos para a saúde humana. O método comparativo é, então, concretizado e se não existirem diferenças significativas, pode-se considerar determinado OGM tão seguro como o respetivo alimento convencional.

Na União Europeia, a base legal relacionada com a libertação de OGM para o ambiente introduz a abordagem “uma-chave-uma-porta”, isto é, um determinado OGM só poderá ser colocado no mercado ou cultivado após um processo de aprovação individual. A Diretiva Europeia 2001/18, da EU, estabelece passo-a-passo o procedimento, na avaliação do risco para a saúde humana e ambiente. Os efeitos, diretos, indiretos e imprevistos, devem ser monitorizados, a curto e longo-prazo, antes de este ser colocado no mercado.

O Regulamento 1892/2003 define que sem esta avaliação de risco, para a saúde humana, animal e ambiental, o OGM não poderá ser comercializado. Entendendo-se, também, como efeito adverso na saúde do consumidor ou utilizador, as desvantagens a nível nutricional.

A EFSA (*European Food Safety Authority*) desempenha um papel central na pesquisa e avaliação de risco independente, acionando também o mecanismo de consulta pública, antes de qualquer decisão final. A análise de risco, por parte da EFSA, é definida por quatro etapas:

1. Identificação do risco
2. Caracterização do risco
3. Análise da exposição, que resulta na
4. Análise integrada do risco

Estas serão as fases praticadas pela EFSA, seguindo também as recomendações efetuadas no Codex Alimentarius, com o seu método comparativo, bem como a regulamentação obrigatória da OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*). Assim, as diretrizes da EFSA de comparação entre OGM e o seu alimento correspondente, envolvem: a identificação de diferenças nas culturas e a

relativa segurança ambiental e nutricional dos alimentos ou rações (Paoletti *et al.*, 2008).

A avaliação do processo biotecnológico envolve a caracterização detalhada da modificação genética, sendo que o requerimento do respeito pelas características agronômicas da planta será uma das principais variáveis a ter em conta, sendo que a composição química, da semente e produto final, o valor nutricional, bem como a sua toxicidade ou se provocará reações alérgicas nos organismos e o impacto ambiental, são também fatores que entram na avaliação de risco.

A monitorização, posterior à aprovação do OGM e consequente comercialização, é também regulada, tanto no risco de consumo do alimento ou ração como no seu cultivo (Paoletti *et al.*, 2008).

Assim, poderemos concluir que na União Europeia existe todo um processo científico bem definido que obedece a padrões rigorosos, promovendo a segurança dos alimentos e dos ecossistemas.

## 6.2.1 – O conflito

### 6.2.1.1 – Pró-OGM

Os dados recolhidos e a argumentação que lembra as precauções e limitações da utilização de OGM parecem não convencer a totalidade da comunidade científica. Os argumentos propagandeados pelas grandes empresas, que desejam a ampla adoção dos seus produtos, tal como alguns estudos favoráveis à adoção de OGM, têm uma aceitação disseminada pelo mundo, levando muitos consumidores e cientistas a terem confiança neste tipo de alimentos.

Existe uma discussão, claramente polarizada, e pelo qual será difícil selecionar e encontrar informação fiável e imparcial que trate este tema tão delicado.

Os defensores apontam para que a escolha deverá ser efetuada por parte de produtores e de consumidores, pois a biotecnologia será uma ferramenta de extrema importância não só para a melhoria da produtividade agrícola, como para introdução de culturas em áreas naturalmente adversas, que sofram, por exemplo, de falta de água ou problemas de salinidade, mas também para a melhoria da qualidade dos alimentos para animais e humanos, como a introdução de ómega 3, ácidos gordos essenciais, redução

de fósforo, potencialidades que podem e devem ir ao encontro das novas e diferentes necessidades dos consumidores. (Piçarra, 2009).

Assim, serão argumentos ligados com a produtividade, contrariedades naturais para as culturas e níveis nutricionais, que os defensores dos OGM evocam.

Há ainda a questão económica, cujos dados apontam para que haja uma suposta concorrência desleal entre a UE e, por exemplo os EUA, Brasil ou Argentina, países que apostam intensivamente nos transgénicos, devido à sua legislação menos apertada, ou inexistente.

Apesar de todas as controvérsias e manifestações, contra as plantações de OGM, a nível mundial, as evidências apontam os parceiros comerciais dos europeus não seguirão o seu exemplo protecionista e restritivo, pois os interesses económicos acabam por ser privilegiados, em detrimento das questões éticas que envolvem a relação da espécie humana com a Natureza.

Dentro dos organismos da UE, existe, também quem defenda a utilização de OGM, dizendo que a abertura do mercado europeu deveria ser baseada na avaliação científica dos riscos efetuada pela EFSA, equilibrando a balança comercial, dos produtos agrícolas, a qual tem sido desfavorável aos europeus.

Então a questão que se colocará é: será a investigação científica a única forma de encontrar a solução correta para esta problemática, ou os valores éticos sobrepõem-se a estes argumentos a favor da utilização dos OGM?

#### 6.2.1.2 – Contra-argumentos

Um argumento que parece plausível, nesta discussão, será aquele que nos diz que o sistema alimentar não deveria estar nas mãos de tão poucos decisores, do rumo da agricultura, tais como políticos ou os chefes das corporações, mas, nas mãos de todos aqueles que consomem os produtos da atividade agrícola, bem como dos seus produtores, que por meios obscuros têm sido privados das suas culturas, pertencentes às suas famílias há várias gerações. A expropriação e o registo de patentes das sementes têm sido, como que o tomar do sistema agrícola, por parte das corporações ligadas ao ramo, minimizando, sistematicamente, a margem de manobra aos produtores agrícolas, que se vêm obrigados a vender ou a adotarem as culturas transgénicas. Este comportamento nada ético, já fez demasiadas vítimas e é testemunhado em vários documentários de investigação, por isso as evidências sobrepõem-se a qualquer argumento propagandista de defesa dos transgénicos e do seu impacte social mínimo.

No que toca ao impacte ambiental, o argumento mais forte a favor será o menor uso de pesticidas, mas os dados não mostram isso. A utilização de pesticidas tem crescido, pois, mundialmente, em cerca de 85% da área cultivada com transgénicos usam-se variedades que são tolerantes a herbicidas, isto querará dizer nessas culturas é possível aplicar mais herbicida do que seria possível com plantas tradicionais. Este uso excessivo de herbicidas provoca também o aparecimento de super-pragas, que são ervas-daninhas resistentes à dose normal de herbicida, mas sensíveis a doses maiores. Isto levará à utilização de concentrações cada vez mais fortes de herbicida para conseguir o desejado fim. Em 2010, o presidente da *Arkansas Association of Conservation Districts*, afirmava que esta expansão de infestantes representa a maior ameaça que a agricultura já viu, sendo que o jornal *New York Times* sublinha que as super-pragas, podem conduzir a um aumento dos preços dos alimentos, consequência da diminuição da produtividade e aumento dos custos da produção agrícola, além de uma maior poluição do solo e da água (Plataforma Transgénicos Fora, 2010).

As aparentes vantagens a nível económico, poderão ser apenas passageiras, pois se, efetivamente, os OGM tiverem efeitos negativos sobre o meio ambiente, como por exemplo:

- Prejudicam os polinizadores e outros tipos de organismos benéficos:

As culturas Bt afetam os insetos necessários para o controle de pragas do milho a crisopa verde (Andow et al., 2004; Harwood et al., 2005; Lövei et al., 2005; Obrist et al., 2006). Também já se demonstrou que perturbam a aprendizagem das abelhas.

A exposição, de longo prazo, ao pólen do milho Bt tem impactos negativos no comportamento e na sobrevivência da borboleta monarca e europeia (Felke et al., 2002; Darvas et al., 2004; Lang et al., 2006).

As culturas Bt são, também, nocivas para o ecossistema do solo. Muitos dos transgénicos segregam a toxina Bt, das suas raízes para o solo e o restolho das plantações que fica no terreno depois da colheita ainda contém o Bt, na sua versão ativa (Zwahlen et al., 2003; Stotzky, 2004; Flores et al., 2005). Essa persistência pode estender-se, por vários meses, sendo que os seus efeitos na fauna e microfauna do solo, tais como minhocas, colêmbolos, nemátodos e microrganismos, ainda estão insuficientemente documentados, levantando questões acerca do seu real impactes. Ainda assim, entre eles podemos enunciar:

- Beneficiam outras espécies de insetos e organismos, não-alvo
- O maior uso de pesticidas provoca a diminuição da biodiversidade

- Podem tornar-se virais, suprimindo a flora autóctone, devido à competição de genes pelos recursos.

Este último parâmetro deixou a comunidade científica e o público, em geral, apreensivos, pois foi identificado no México, em Oaxaca (Quist e Chapela, 2001), DNA transgénico introgridido nas espécies tradicionais de milho. Uma série de previsões foram feitas e a diversidade genética das espécies nativas cultiváveis e selvagens poderá estar em risco, o que causa a preocupação generalizada, pois a diversidade é essencial na segurança alimentar global (FAO, 2002).

Uma série de riscos e questões incertas, podem ser observadas, no anexo relativo à posição francesa sobre os OGM, nomeadamente em relação ao milho MON810, que foi proibido no seu território, apesar de ser aceite pela UE.

As questões ambientais, mas especialmente as sanitárias preocupam os consumidores, que questionam a fiabilidade da informação veiculada pelos órgãos de comunicação social e certas publicações científicas que carecem de objetividade e imparcialidade.

Em contraposição ao que frequentemente é publicado, acerca da inocuidade das proteínas Bt produzidas diretamente pelas bactérias *Bacillus thuringiensis*, que na história das variedades transgénicas aprovadas na UE, sempre foi utilizada. Os efeitos desta afetam, particularmente, os trabalhadores que as aplicam (Noble *et al.*, 1992). Os sintomas típicos incluem rinite alérgica, dermatite, prurido, inchaço, eritema, angiodema e um acentuar da asma (Bernstein *et al.*, 1999). Num estudo laboratorial com ratos verificou-se que a exposição por injeção à toxina Bt desencadeou uma reação imunitária sistémica e local, tão potente como a da toxina da cólera (Vázquez *et al.*, 1999). Num outro estudo, a exposição nasal e retal induziu igualmente resposta imunitária (Moreno-Fierros, *et al.*, 2000). Existem recetores para Bt à superfície do intestino de primatas (Noteborn *et al.*, 1995), foram testados tecidos de macacos Rhesus, o que pode ajudar a explicar o eventual impacte humano, numa exposição via ingestão.

Serão estes, e outros, factos e questões que representam as interrogações quanto às possíveis consequências sociais, económicas, ambientais e sanitárias do cultivo e comércio de transgénicos.

### 6.2.2 - Os transgénicos, na UE e em Portugal

Em 2012, existiam apenas dois transgénicos cultivados em toda a União Europeia: trata-se do milho MON 810, da empresa Monsanto, e da batata Amflora, da BASF, que a não ser que tenha contaminado culturas tradicionais, não está aprovada para consumo humano sendo que só poderá ser utilizada para fins industriais ou para alimentação animal. Existe, um outro transgénico autorizado para cultivo – o milho T25 da Bayer, tolerante ao herbicida glufosinato de amónio, mas que não é cultivado em nenhum dos 27 países, não constando, tão pouco, no Catálogo Nacional de Variedades de Espécies Agrícolas e de Espécies Hortícolas.

No caso português, os primeiros testes experimentais de cultivo de transgénicos, foram em 1993. O ano de 2012, é marcado como o ano do final do último teste com transgénicos no país, no concelho de Monforte.

Em termos de cultivo comercial, Portugal autorizou duas variedades de milho transgénico, o Elgina e o Compa CB, ambas resistentes a insetos por produzirem uma toxina do tipo Bt. Foram apenas cultivadas, em 1999, em cerca de mil hectares, numa época em que ainda não existiam quaisquer regras quanto ao seu cultivo. Nos dias de hoje, existe o cultivo de milho MON 810, iniciado em 2005. Este transgénico é, também, do tipo Bt e resistente a insetos, mais precisamente à broca do milho: *Sesamia nonagrioides* e *Ostrinia nubilalis* (Plataforma Transgénicos Fora, 2010).

A pergunta que se coloca é: porquê é que o milho MON 18 o único transgénico aceite, na UE, para consumo humano?

Em, 2009 a EFSA considerou que o cultivo do MON810, não acarreta riscos para a saúde e Ambiente: “os especialistas em OGM da EFSA concluíram que o milho 810 não tem riscos para a saúde humana e animal e não constitui uma ameaça para o Ambiente, se forem tomadas as medidas apropriadas para evitar uma contaminação dos lepidópteros (ordem de insetos onde se incluem as borboletas)”.

Ainda assim, o milho MON810 é proibido em seis países europeus: Alemanha, França (anexo 1), Grécia, Áustria, Hungria e Luxemburgo.

## Conclusão

Segundo o exposto neste trabalho, podemos constatar que existe uma série de impactes ambientais profundos, que, nas últimas décadas, têm sido induzidos pela atividade agrícola.

A Revolução Verde, com a missão de colocar um ponto final à fome no mundo, trouxe consigo grandes alterações no modelo agrícola e alimentar, mas com ela apareceram também graves problemas relacionados com a má gestão dos recursos naturais. Problemas, esses que poderão, num futuro próximo, colocar em evidência as fragilidades deste modelo implementado, gorando as possibilidades de atingir o seu principal objetivo.

Muitas teorias referem que poderosas multinacionais tomaram posse do sistema agroalimentar e que impedem uma resposta pronta às alterações negativas induzidas no ambiente. Ainda assim, existem indivíduos, programas e movimentos paralelos que tentam inverter esta tendência de depauperação dos recursos naturais.

De facto, as taxas de crescimento populacional que se observam, nos nossos dias, fazem prever o aumento da pressão sobre os recursos finitos do planeta. Se hoje, 37% do território terrestre não submerso é ocupado pela agricultura, com mais 2000 milhões de habitantes, até 2050, irá aumentar com certeza o território necessário para a produção de alimentos. E aí reside uma das questões principais a qual necessita de planeamento urgente e eficaz.

Com a análise de estudos comparativos entre sistemas convencionais e biológicos, pudemos constatar que é necessária uma menor quantidade de terreno para implementar um sistema agrícola convencional, obtendo-se uma produção equivalente a um sistema biológico. Esta premissa é válida devido à utilização de poderosos fertilizantes químicos e de pesticidas, que minimizam as perdas.

A vantagem que neste campo cai para os sistemas convencionais, que se traduz numa maximização da produção com menor necessidade de mão-de-obra, tem elevados custos em termos ambientais que conseqüentemente, se fazem sentir na saúde dos seres humanos, animais, plantas e dos ecossistemas em geral.

Os impactes das práticas que fizeram com que a Humanidade esteja próxima de alcançar o abastecimento mundial de alimentos, tais como a irrigação, a utilização de agroquímicos e maquinaria pesada, fazem-se sentir:



- Na água, com a diminuição da quantidade disponível e a deterioração da sua qualidade;
- No solo, a desertificação, a salinização/sodificação e a contaminação por substâncias químicas e metais pesados, colocam em causa o abastecimento alimentar das gerações futuras;
- A atmosfera é sobrecarregada por poluentes com elevado potencial de efeito de estufa, como o CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> que poderiam ser reduzidos, sendo também envenenada por agroquímicos, de persistência e toxicidade elevadas; e
- A biosfera é afetada por esse envenenamento dos elementos da natureza citados. Quer seja pela perda de habitat ou pela contaminação com agroquímicos, a flora e fauna têm sofrido com a atitude irresponsável dos agentes agrícolas.

A maioria dos ecossistemas primários tem sofrido alterações irreversíveis, prejudiciais aos organismos que neles habitam. O ritmo a que se processa a extinção de espécies devido à perda dos seus habitats naturais, que são substituídos por monoculturas, poderá rivalizar com as alterações climáticas, como as principais razões que conduzirão, segundo a comunidade científica, à sexta extinção em massa.

Em contraposição a esta evidência que ameaça mudar a história da vida na terra, aparecem as práticas biológicas que procuram harmonizar a produção agrícola com a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas primários. A criação de áreas seminaturais, que constituem uma zona de transição entre áreas cultivadas e áreas naturais, procura minimizar os impactos da atividade agrícola. Outras práticas como a proteção integrada de pragas ou a utilização de fertilizantes orgânicos, entre outras, fazem com que o agricultor biológico seja também um conservacionista.

Dentro da quinta, a agricultura biológica privilegia também a variedade genética das sementes e das raças de animais, dando preferência às espécies autóctones, como medida de resiliência, ao contrário do que se passa no caso da agricultura convencional na qual são privilegiadas as espécies mais produtivas, levando inúmeras espécies cultiváveis a serem esquecidas e a perderem-se no tempo.

Num cômputo geral, apoiar a agricultura biológica, significa, apoiar a luta contra a deterioração da natureza, que se verificou nas últimas décadas. Significa ajudar as comunidades no combate à fome e subnutrição, em zonas sensíveis, pois a agricultura biológica não é apenas a produção certificada e padronizada, mas dela fazem parte todos

os pequenos agricultores que assumem um compromisso com a Terra e com as gerações futuras.

A descentralização da produção, a pesquisa, a informação, o desenvolvimento de novas técnicas, o apoio financeiro e logístico, entre outras medidas, deverão fazer parte de um quadro de ação que poderá tornar mais fácil e possibilitar a alteração do modelo agrícola convencional, para um sistema de produção alimentar que privilegie não só os benefícios económicos, mas também os recursos naturais, finitos e indispensáveis à vida na Terra.

O pagamento aos agricultores por serviços ambientais para sustentarem e/ou melhorarem os ecossistemas dos quais todos dependemos, poderia ser apontada como uma das soluções possíveis para a quebra de produção que se verifica, principalmente na fase de permuta. No entanto, os desafios irão chegar se esta medida for implementada, especialmente em países menos desenvolvidos. Esforços políticos a nível nacional e internacional são necessários para estabelecer a base para estes pagamentos, sendo que o custo/benefício deverá ser medido segundo uma análise cuidada dos parâmetros biofísicos e socioeconómicos da região, tendo sempre em consideração as consequências que esta medida poderá ter nos programas contra a pobreza. Assim sendo, estes desafios necessitam de ser conectados e implementados de uma forma integrada visando os princípios proclamados pelo IFOAM, que constam na introdução, nomeadamente o princípio da Justiça (FAO, 2003).

“Ninguém cometeu maior erro do que aquele  
que não fez nada, só porque podia fazer  
muito pouco” – Edmund Burke

## Bibliografia

ANDRADE, T. 2011. A poluição das águas por agrotóxicos. [Consult. 26 de maio 2013] Disponível na <http://www.yumpu.com/pt/document/view/12458359/a-poluicao-das-aguas-por-agrotoxicos-eduval-e-avare>

ANTÃO, A. 2007. Poluição dos Solos. Sebenta do IPG.

Comunidades Europeias. 2009. Agricultura sustentável e conservação dos solos processos de degradação dos solos. Ficha informativa nº 4. [Consult. 30 de julho 2013] Disponível na WWW: <http://agrilife.jrc.ec.europa.eu/documents/PTFactSheet-04.pdf>

FAO & PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2007. La biodiversidad y la agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando la alimentación para el mundo; la biodiversidad y la agricultura. [Consult. 22 de maio 2013] Disponível na WWW: <http://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>

FAO (Food and Agriculture Organization). 2008. El estado mundial de la agricultura y de la alimentación. [Consult. 26 de maio 2013] Disponível na WWW: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100s/i0100s.pdf>

GÜNDOĞMUS, E. 2006. Energy use on organic farming: a comparative analysis on organic versus conventional apricot production on small holding in Turkey. [Consult. 27 de maio 2013] Disponível na WWW: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890406000318>

HOLE, D.G.; PERKINS, A.J.; WILSON, J.D. & ALEXANDER, I.H. 2004. Does organic use farming benefit biodiversity? Biological Conservation Volume 122. 113–130. [Consult. 27 de maio 2013] Disponível na WWW : <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.018>

IFOAM (International Foundation for Organic Agriculture). 2006. La agricultura ecológica y la diversidad de las semillas . [Consult. 30 de maio 2013] Disponível na WWW: [http://infohub.ifoam.org/sites/default/files/page/files/seed\\_diversity\\_es.pdf](http://infohub.ifoam.org/sites/default/files/page/files/seed_diversity_es.pdf)

IFOAM. 2004. Organic Agriculture and Biodiversity: Making the links. [Consult. 29 de maio 2013] Disponível na WWW: [http://classic.ifoam.org/growing\\_organic/1\\_arguments\\_for\\_oa/environmental\\_benefits/pdfs/OA\\_Biodiversity\\_Links.pdf](http://classic.ifoam.org/growing_organic/1_arguments_for_oa/environmental_benefits/pdfs/OA_Biodiversity_Links.pdf).

IFOAM. 2007. Organic Agriculture's role in Countering Climate Change. [Consult. 27 de maio 2013] Disponível na WWW: [http://classic.ifoam.org/growing\\_organic/1\\_arguments\\_for\\_oa/environmental\\_benefits/pdfs/climate\\_change\\_english.pdf](http://classic.ifoam.org/growing_organic/1_arguments_for_oa/environmental_benefits/pdfs/climate_change_english.pdf)

IFOAM.2006. Organic agriculture and seed diversity. [Consult. 30 de maio 2013] Disponível na WWW: [http://classic.ifoam.org/growing\\_organic/1\\_arguments\\_for\\_oa/environmental\\_benefits/pdfs/Seed\\_Leaflet.pdf](http://classic.ifoam.org/growing_organic/1_arguments_for_oa/environmental_benefits/pdfs/Seed_Leaflet.pdf)

KASS, S., NORTANICOLA C. & ZEBBISH M. (---) Object-based approach to map semi-natural areas in mountain region with high spatial resolution images. 1-6. [Consult. 27 de maio 2013] Disponível na WWW: [http://www.isprs.org/proceedings/xxxviii/4-c7/pdf/Kass\\_95.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/xxxviii/4-c7/pdf/Kass_95.pdf)

KOECHLIN, F. (2008) Genetic contamination: a serious problem. Genetics engineering vs organic farming. IFOAM [Consult. 31 de maio 2013] Disponível na WWW: [http://www.organicgrown.com/files/GMO\\_Brochure.pdf](http://www.organicgrown.com/files/GMO_Brochure.pdf)

KRUPP; F. 2009. Reinventar a Energia: estratégias para o futuro energético do planeta. 1ª ed. Estrela polar.

LÖVEI, G. 2001. Ecological risks and benefits of transgenic plants. 54<sup>th</sup> Conference proceedings of The New Zealand plant protection society incorporated. 93-100.

[Consult. 27 de maio 2013]

Disponível na WWW: [http://www.nzpps.org/journal/54/nzpp\\_540930.pdf](http://www.nzpps.org/journal/54/nzpp_540930.pdf)

MENDES, M. P., RIBEIRO L., PARALTA E. & BATISTA S. 2005. Vulnerabilidade; monitorização e risco na zona vulnerável do Tejo. Revista de Ciências Agrárias . 89-102. [Consult. 6 de maio 2013]

Disponível na WWW: [http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?pid=S0871-018X2008000100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?pid=S0871-018X2008000100010&script=sci_arttext)

MUCKEL, G. 2004. Understanding soil risk and hazards: Using Soil Survey to Identify Areas With Risks and Hazards to Human Life and Property. United States Department of Agriculture; Natural Resources Conservation Service. [Consult. 11 de maio 2013]

Disponível na WWW:

<http://www.nature.nps.gov/geology/soils/Understanding%20Soil%20Risks%20and%20Hazards.pdf>

National Geographic. 2008a. O Estado do Planeta. Edição Especial. Portugal, grupo RBA

National Geographic .2008b. Mares e oceanos Água: Fonte de Vida. Edição Especial. Portugal, grupo RBA

National Geographic .2008c. Alterações Climáticas: o que deve saber, o que deve fazer. Edição Especial. Portugal, grupo RBA

National Geographic. 2012. Energia, o grande dilema do nosso futuro. Edição Especial. Portugal, grupo RBA

Le monde diplomatique (O mundo diplomático). 2008. Atlas do Meio Ambiente. Edição Especial. Lisboa, Outro Mundo.

PIÇARRA, J., Transgênicos: coragem ou hipocrisia? [Consult. 3 de maio 2013]  
Disponível na WWW: <http://www.agroportal.pt/a/2009/jpicarra.htm>

PLAHUTA, P. & RASPOR, P. 2006. Comparison of hazards : currents vs GMO wine  
[Consult. 6 de maio 2013] Disponível na WWW:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713506000107>

SAMPAIO, E., SAMPAIO, Y., VITAL T., ARAÚJO, M. S. & SAMPAIO, R. G. 2005.  
Desertificação no Brasil: conceitos; núcleos e tecnologia de recuperação e conveniência  
[Consult. 6 de maio 2013] Disponível na WWW:  
<http://www.cisa.ufpe.br/twiki/pub/Cisa/BiblioTeca/Desertificao.pdf>

SANTOS, F.A. Bio combustíveis: prós e contras. [Consult. 25 de junho 2013]  
Disponível na WWW: <http://home.utad.pt/~fsantos/pub-fas/Biocombustiveis.pdf>

SETYORINI, D., PRIHATINI T. & KURNIA U. Pollution of soil by agricultural and  
industrial waste. [Consult. 6 de maio 2013] Disponível na WWW:  
[http://www.fao.org/prods/gap/database/gap/files/1284\\_SOIL\\_POLLUTION\\_INDONESIA.PDF](http://www.fao.org/prods/gap/database/gap/files/1284_SOIL_POLLUTION_INDONESIA.PDF)

SILVA, A., SANTOS, M.E., MESQUITA, A., BALDAIA L. & FÉLIX J.M. 2011.  
Terra, Universo de Vida. 1ª edição. Porto: Porto Editora. ISBN 978-972-0-42174-6.

SOUSA, L. & MACHADO M. M. 1995. Bio 12. 1ª edição. Porto: Areal Editores,; 972-  
627-334-X. 2 volumes. ISBN 9-789726-273349.

VAN-CAMP, L., BUJARRABAL, B., GENTILE, A.R., JONES, R., OLAZABAL, C.,  
MONTANARELLA, L. & SELVARADJOU, S. 2004. Report of the technical working  
groups established under the thematic strategy for soil protection. [Consult. 15 de maio  
2013] Disponível na WWW: <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/vol2.pdf>

VIEIRA, J. 2008. Soberania e Segurança Alimentar .Confederação nacional da  
agricultura. [Consult. 15 de maio 2013] Disponível na WWW:  
[http://www.cna.pt/arquivo/documentos/ao\\_jv\\_soberaniaalimentar\\_jul08.pdf](http://www.cna.pt/arquivo/documentos/ao_jv_soberaniaalimentar_jul08.pdf)

WAIGMANN, E., PAOLETTI, C., DAVIES H., PERRY J., KARENLAMPI, S. & KUIPER, H. (2012). Special issue: Risk assessment of Genetically Modified Organisms (GMOs). EFSA Journal. European Food Safety Authority (EFSA); Parma; Italy. [Consult. 6 de maio 2013]  
Disponível na WWW: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/as1008.pdf>

## **Webgrafia das imagens**

A degradação do solo, nas diferentes regiões do mundo  
<http://www.grid.unep.ch/data/summary.php?dataid=GNV18&category=lithosphere&dataurl=http://www.grid.unep.ch/data/download/gnv018.zip&brosen=http://www.grid.unep.ch/data/download/gnv018.gif#preview>

A salinização e sodificação, na UE  
<http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/library/themes/salinization/>

Assoreamento nos recifes de coral  
<http://ocean.si.edu/corals-and-coral-reefs>

Comparação e evolução da extração/consumo de água por setores  
<http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article43.html>

Lagoa eutrofizada, nos Açores  
<http://ailhadasflores.blogspot.pt/2013/06/problemas-resolver-nas-massas-de-agua.html>

Localização da ZVT, nos aluviões do Tejo  
<http://www.lneg.pt/download/3830/31.pdf>

Recuo da água, no mar de Aral  
<http://www.columbia.edu/~tmt2120/introduction.htm>

Poluição no rio Yagtsé  
<http://lordfarmer.wordpress.com/2010/11/29/irreversible-pollution-in-the-yangtze-river/>

O Crescente Fértil  
<http://www.infoescola.com/geografia/crescente-fertil/>

O risco de desertificação induzida pelo Homem

<http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/dsrtrisk.html>

Wangari Maathai

<http://www.bbc.co.uk/news/uk-scotland-edinburgh-east-fife-15711941>



## **Anexo**

### A reavaliação dos riscos e benefícios para o ambiente e a saúde pública do transgénico MON 810, no território francês

O comité de prefiguração de uma alta autoridade para os organismos geneticamente modificados, instituído pelo Decreto-Lei nº 2007-1719, de 5 de Dezembro de 2007, sublinha a publicação de diversos factos científicos novos referentes ao impacto do MON810 sobre o ambiente, a saúde humana, a economia e a agronomia:

#### **1. A disseminação:**

Novos factos surgiram, após 1998, acerca da dispersão do pólen (Klein et al, 2003; Rosi-Marshall et al, 2007; Brunet 2006) (Kuest; Chapela 2001) ao longo de distâncias quilométricas (Messean, 2006), ligada nomeadamente às condições e eventos climatéricos e aos vários ambientes. Estes resultados conduziram à demonstração da impossibilidade de uma ausência de polinização cruzada, à escala local, entre campos OGM e campos não-OGM (Messean, 2006). Isto põe em causa a pureza das sementes, o respeito dos limites de presença acidental e contaminação e as regras de coexistência.

A disseminação da toxina Bt e a sua persistência foram demonstradas e dependem dos factores edáficos, climatéricos e ambientais (Icoz e Stostky; 2007).

#### **2. O aparecimento de resistência nas pragas-alvo:**

Embora não tendo surgido novos factos acerca dos principais insetos-alvo, não tendo estes demonstrado resistência, ocorreu a seleção de estirpes resistentes em dois lepidópteros alvo secundários (Huang e tal, 2007; Van Rensburg, 2007).

#### **3. Efeitos sobre a fauna não-alvo:**

Novos factos confirmam a possibilidade de efeitos tóxicos a longo prazo sobre as minhocas (Zwalhen et al, 2003), os isópodes, nemátodes e borboletas monarca (Hardwood et al, 2005; Prasifka et al, 2007; Dutton et al, 2005). A exposição das populações naturais de borboletas monarca continua muito limitada (menos de 1%), verificando-se nomeadamente através de efeitos comportamentais negativos (Marvier et al, 2007).

Certas publicações demonstram uma possível presença da toxina Bt na cadeia trófica (Obrist et al, 2006), observando-se, também, uma persistência de moléculas inseticidas na água (Douville et al, 2006; Rosi-Marshall et al, 2007) ou nos sedimentos drenados (Ipoz, Stotsky, 2007), no contacto com as raízes e no solo (Saxena e Stotsky, 2005; Mulder et al, 2006; Castaldini et al, 2005) com a exposição de populações de insetos (Griffith et al, 2006; Jonhson et al, 2006) mais a montante nas cadeias tróficas.

Uma análise global sobre a entomofauna não-alvo (Marvier et al, 2007) demonstra um efeito das culturas de milho Bt sobre algumas famílias de invertebrados, sendo que os impactes serão menores que os associados a tratamentos inseticidas.

#### **4. Saúde humana:**

Novas evidências revelam o efeito do milho Bt sobre os teores em micotoxinas, que podem ser reduzidos em 90 a 95% (AFSSA, 2004) em comparação aos híbridos convencionais não tratados com inseticidas, sendo que os tratamentos com inseticidas não permitem uma diminuição tão efetiva. Os teores em fumonisina, classificada como agente carcinogénico provável para o homem, nos híbridos convencionais ultrapassam regularmente 2000 ppb, nomeadamente, nos Pirinéus Centrais e na Aquitânia.

O comité de prefiguração identificou, também, novas questões ou insuficientemente consideradas que devem ser tidas em conta na avaliação dos impactos de todos os OGM:

#### **5. Caracterização molecular e bioquímica:**

A proteína produzida pelo transgene não é idêntica à produzida pelo Bt (*Bacillus thuringiensis*). As suas propriedades em termos de conformação, de modificação pós-tradução, de biodegradabilidade, de persistência ou de especificidade, apresentação, etc, podem ser diferentes das da toxina CRY 1 AB natural. Só os estudos a partir do milho contendo o evento MON810 são relevantes para a avaliação da sua toxicidade humana e ambiental. O conhecimento acerca da interação entre o transgene e diferentes fundos genéticos seria importante. A questão da produção de peptídeos de sequências inesperadas no milho MON810 foi suscitada, assim como o seu impacto sobre o desenvolvimento dos insetos e vertebrados, tendo sido sublinhada a fragilidade do dossiê de avaliação sobre este ponto, mas não existe um consenso sobre o tema. A

questão da eventual produção de metabolitos derivados da degradação da toxina Bt e sua transformação foi igualmente suscitada, não tendo sido encontrada resposta.

#### **6. Impacto sobre os insetos polinizadores:**

Os estudos de impacto sobre as abelhas devem ser realizados com colmeias em condições normais de exploração, a fim de serem levados em conta os efeitos cumulativos. Este ponto não recolheu consensos.

#### **7. Elementos de toxicologia:**

Não existem factos novos para além dos impactos tóxicos mencionados anteriormente, mas uma larga maioria dos participantes sublinhou a insuficiência dos testes de 90 dias, cuja capacidade de deteção é limitada. Com efeito, a metodologia com ratos utilizada (validada pela OCDE) não permite concluir quanto à ausência ou presença de diferenças significativas entre os grupos teste e controle e quanto à interpretação biológica das diferenças observadas (Lavielle, 2007). Deve ser efetuada uma reflexão sobre o protocolo. O comité julga pois necessária a realização de estudos de longo prazo, com fundos genéticos adaptados, com outras espécies e, sobretudo, com amostras maiores. O comité sublinhou a ausência de avaliação de efeitos endócrinos, teratogénicos e transgeracionais.

#### **8. Efeitos biológicos e microbiológicos:**

Os efeitos biológicos e microbiológicos da disseminação ou da persistência observada de moléculas Bt ou do transgene no solo, em mais de 200 dias, (Crecchio, Stotsky, 2001) devem ser examinados.

#### **9. Elementos epidemiológicos:**

O comité sublinha a importância da realização de estudos epidemiológicos e constata que o historial dos países que consomem mais OGM não pode ser explorada neste âmbito, uma vez que nenhum estudo epidemiológico aí foi alguma vez conduzido devido à ausência de rastreabilidade.

#### **10. Elementos económicos:**

As informações disponíveis referem-se apenas à dimensão microeconómica, ou seja ao nível da exploração, e parecem mostrar em França uma incidência positiva sobre

as margens de lucro por hectare, a partir de uma menor taxa de infestação (0,3 larvas / caule).

Além disso, observações no terreno dão conta de vantagens em termos de comodidade de utilização, tais como uma recolha mais tardia e economia nos custos de secagem. Apesar disso, fatores importantes de variação, climáticos ou parasitários, tornam difícil a análise a este nível.

O diferencial potencial de preço entre o produto OGM e o produto convencional também não foi tido em conta. A incidência económica das contaminações das fileiras convencionais ou biológicas foi suscitada, mas não se encontrou resposta para ela na literatura económica. O mesmo aconteceu com os custos relativos à coexistência, tais como o isolamento, a análise, o transporte, a segregação dos lotes, as externalidades económicas e ecológicas, encontrando-se atualmente estudos económicos em curso.

Os efeitos económicos mais globais não são tidos em conta uma vez que não são específicos para o MON810, mas deveriam ser tidos em conta pelas altas autoridades. De uma forma geral, o comité notou a insuficiência de análise económica ao nível da exploração, das fileiras e do mercado internacional.

#### **11. Biovigilância:**

O comité sublinha a importância dum seguimento, em tempo real e a longo prazo, dos efeitos das culturas de MON810, em campo aberto, sobre a fauna, a flora, os fungos e os ecossistemas, em geral, no quadro de um programa de biovigilância.

#### **12. Uso de pesticidas:**

A quantificação da modificação do uso de pesticidas relacionada com a utilização do MON810 deve ser mais estudada.

#### **13. A análise das condições económicas, sociológicas e políticas de organização da coexistência entre agriculturas, quer sejam biológicas, convencionais, OGM e outras.**