

UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE ENGENHARIA DOS RECURSOS NATURAIS

**A PRODUÇÃO DE BIOETANOL E A MITIGAÇÃO
DOS GASES DE EFEITO DE ESTUFA:
O CONTRIBUTO DAS CULTURAS ENERGÉTICAS
NO REGADIO DE ALQUEVA**

CURSO DE MESTRADO EM GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS ESPAÇOS RURAIS

Francisco José Do Ó Efigénio

FARO

2008

UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE ENGENHARIA DOS RECURSOS NATURAIS

**A PRODUÇÃO DE BIOETANOL E A MITIGAÇÃO
DOS GASES DE EFEITO DE ESTUFA:
O CONTRIBUTO DAS CULTURAS ENERGÉTICAS
NO REGADIO DE ALQUEVA**

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM GESTÃO
SUSTENTÁVEL DOS ESPAÇOS RURAIS

Orientador: Doutor Manuel António Carvalho da Silva
Professor Adjunto da Escola Superior Agrária, do Instituto Superior
Politécnico de Beja

Co-orientador: Doutor Mário Manuel Ferreira dos Reis
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais,
da Universidade do Algarve

Francisco José Do Ó Efigénio

FARO

2008

RESUMO

A constatação do papel que as emissões de gases de efeito de estufa têm no aquecimento global, assim como a preocupação com a elevada dependência dos combustíveis fósseis, tem conduzido a um incremento cada vez maior dos biocombustíveis nas sociedades desenvolvidas. Neste contexto, o estudo que se apresenta centra-se no contributo que o espaço rural subjacente à zona de influência do regadio de Alqueva pode ter na mitigação de gases de efeito de estufa, por via do desenvolvimento da fileira do bioetanol, tendo o milho, o trigo e a beterraba sacarina como matéria-prima para a sua produção.

A estrutura do trabalho compreende:

- uma análise simplificada do ciclo de vida de um conjunto de culturas com viabilidade técnica e cultural na região, baseado essencialmente nos *inputs* energéticos associados à sua produção;
- um balanço energético face à gasolina de origem fóssil e a respectiva determinação da eficiência energética associada a cada cadeia produtiva;
- o cálculo dos valores da redução e do índice que reflecte o grau de poupança das emissões de gases de efeito de estufa face à gasolina de origem fóssil;
- o crédito ambiental e respectivo valor monetário da compensação de gases de efeito de estufa, obtido por via da substituição da gasolina pelo bioetanol proveniente da matéria-prima de Alqueva.

Palavras-chave: Alqueva; Bioetanol; Eficiência Energética; Emissões; Espaço Rural; Mitigação.

ABSTRACT

The finding of the role that emissions of greenhouse gases have on global warming, and concern about the high dependence on fossil fuels has led to an increased growing biofuels in developed societies. In this context, the study shows that it focuses on the contribution that space behind the rural zone of influence of the irrigation of Alqueva can have on the mitigation of greenhouse gases, through the development of the row of bioethanol, with corn, wheat and sugar beets as raw materials for their production.

The structure of work includes:

- a brief analysis of the life cycle of a set of cultures with technical and cultural viability in the region, based mainly on energy inputs associated with their production;
- an energy balance compared to gasoline and their determination fossil energy efficiency associated with each production chain;
- calculate the reduction values and the index that reflects the level of savings in emissions of greenhouse gases compared to gasoline from fossil;
- the credit environment and its monetary value of the compensation of greenhouse gases, obtained by the replacement of petrol by bioethanol from the raw material of Alqueva.

Keywords: Alqueva; Bioethanol; Energy Efficiency; Emissions; Rural Zone; Mitigation.

ÍNDICE GERAL

Resumo	iii
Abstract	iv
Índice de Figuras	vii
Índice de Quadros	viii
Lista de abreviaturas e acrónimos	ix
Capítulo1: Introdução	1
Capítulo 2: Revisão bibliográfica	4
2.1. Os gases de efeito de estufa e as alterações climáticas	4
2.2. O protocolo de Kyoto	6
2.3. A política da União Europeia face aos biocombustíveis	9
2.4. Contexto actual dos biocombustíveis em Portugal	10
2.5. O balanço energético e os gases de efeito de estufa	13
2.6. Que papel pode a agricultura desempenhar na mitigação de GEE	15
2.7. O benefício económico-ambiental	18
Capítulo 3: Materiais e métodos	23
3.1. Âmbito e objectivos	23
3.2. Delineamento	24
3.3. Materiais	25
3.4. A Análise do Ciclo de Vida	26
3.4.1. A unidade funcional	27
3.4.2. O fluxo de referência	27
3.5. O balanço energético	28

3.6. Cálculo das emissões	31
3.7. Cálculo da mitigação (compensação) de GEE	32
3.8. Cálculo do crédito correspondente à redução das emissões	33
Capítulo 4: O contributo de Alqueva para a mitigação dos GEE	34
4.1. Caracterização da zona de estudo	34
4.2. Pressupostos	36
4.3. A fileira do bioetanol	38
4.3.1. A cadeia produtiva do etanol obtido das culturas energéticas	39
4.3.2. O Valor Líquido da Energia	41
4.4. As emissões de GEE	43
4.5. Cálculo da mitigação (compensação) dos GEE por via da produção de etanol das culturas energéticas	44
4.6. O crédito correspondente à redução das emissões dos GEE	46
Capítulo 5: Conclusões e considerações finais	49
Referências bibliográficas	54
Anexos	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Balanço energético e das emissões dos biocombustíveis obtidos de biomassa cultivada, comparados com os seus equivalentes fósseis	14
Figura 2: Curva de oferta da mitigação potencial de GEE pelo sector agro-florestal (UE25)	16
Figura 3: As externalidades positivas na produção	19
Figura 4: Mapa do sistema global de rega de Alqueva	35
Figura 5: As principais etapas do ciclo de vida do etanol	40
Figura 6: Redução total das emissões para cada cenário produtivo	48
Figura 7: Crédito total de compensação das emissões para cada cenário produtivo	48

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Análise Custo-Benefício	20
Quadro 2: Rendimento em etanol segundo a origem da matéria-prima	39
Quadro 3: Produção de etanol para os diferentes cenários produtivos	40
Quadro 4: <i>Inputs</i> energéticos ao longo do ciclo de vida do etanol segundo a fonte de matéria-prima	41
Quadro 5: Valor Líquido da Energia (VLE) segundo a origem da matéria-prima	42
Quadro 6: Eficiência da Utilização da Energia Fóssil (EUEF)	42
Quadro 7: Energia disponibilizada pelo etanol e emissões de CO _{2eq} no ciclo de vida	44
Quadro 8: Redução das emissões de CO _{2eq}	45
Quadro 9: Valor de mercado da redução dos GEE	46
Quadro 10: Crédito da compensação das emissões para os diferentes cenários	47

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

AGRO.GES	- Sociedade de Estudos e Projectos
ACB	- Análise Custo-Benefício
ACV	- Análise do Ciclo de Vida
BmE	- Benefício marginal Externo
BSL	- Benefício Social Líquido
CE	- Comissão Europeia
CH₄	- metano
CmE	- Custo marginal Externo
CmP	- Custo marginal Privado
CmS	- Custo marginal Social
CO₂	- dióxido de carbono
CO_{2eq}	- dióxido de carbono equivalente
DDG	- Distiller`s Dried Grains
E15	- mistura de etanol (15%) e gasolina (85%)
E100	- combustível com etanol a 100%
EDIA	- Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva
EEA	- European Environment Agency
EFMA	- Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva
ETBE	- Éter Etil-Tercio-Butílico
EUEF	- Eficiência de Utilização da Energia Fóssil
g	- grama
GEE	- Gases de Efeito de Estufa

ha	- hectare
HFCs	- hexafluorcarbonetos
I&D	- Investigação & Desenvolvimento
IPCC	- Intergovernmental Panel on Climate Change
ISP	- Imposto Sobre os Produtos Petrolíferos e Energéticos
kg	- quilograma
l	- litro
MDL	- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MJ	- Mega Joule
MTBE	- Éter metil-Tercio-Butílico
N₂O	- óxido de azoto
OCDE	- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMC	- Organização Mundial do Comércio
ONU	- Organização das Nações Unidas
PAC	- Política Agrícola Comum
PCI	- Poder Calorífico Inferior
PE	- Poupança das Emissões
PFCs	- perfluorcarbonetos
PIB	- Produto Interno Bruto
RE	- Redução das Emissões
SF₆	- hexafluoreto de enxofre
t	- tonelada
UE	- União Europeia
UE25	- União Europeia a 25 países
VLE	- Valor Líquido de Energia