
Mestrado Integrado em Engenharia Química

*Inventário e Caracterização de Resíduos Animais
com Potencialidades para a Produção de
Biodiesel na Região do Grande Porto*

Tese de Mestrado

desenvolvida no âmbito da disciplina de

Projecto de Desenvolvimento em Ambiente Académico

Lucinda Fernanda Moreira Cardoso



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Departamento de Engenharia Química

Orientador na FEUP: Professora Doutora Conceição Alvim Ferraz

Julho de 2009

Agradecimentos

Queria agradecer em primeiro lugar ao Eng. Carlos Bastos da Divisão de Intervenção Veterinária do Porto pelos valiosos esclarecimentos prestados e pelos dados fornecidos que foram fundamentais para a realização do trabalho.

Agradeço igualmente à Dra. Maria Teresa Monteiro e à Dra. Susana Gonçalves da Divisão de Intervenção Veterinária do Porto pelos elementos disponibilizados sobre os abates da região do Grande Porto e legislação fornecida sobre resíduos animais e ao Director de Serviços Veterinários da Região Norte (em Braga) pelos elementos disponibilizados.

Ao Dr. Peres, Veterinário Municipal da Autarquia de Vila Nova de Gaia, agradeço os esclarecimentos prestados relativamente à classificação e destino de resíduos animais e a realização da visita à empresa Irmãos Vieira, Lda..

Agradeço à empresa Irmãos Vieira, Lda - nas pessoas do Sr. Jorge Leal (gerente) e da Eng^a Graça Pedrosa (pela disponibilidade na visita guiada à empresa).

Agradeço em particular à Professora Doutora Conceição Alvim Ferraz e ao Mestre Engenheiro José Francisco Costa, do Departamento da Engenharia Química da Faculdade de Engenharia do Porto, por todo o apoio prestado.

Resumo

As fontes de energia renováveis, são essenciais para diminuir a dependência actual do mercado existente, relativamente às fontes de energia não renováveis, nomeadamente o petróleo. Prevê-se que as fontes não renováveis se esgotem a médio prazo, sendo essencial a sua substituição.

Nesta perspectiva de aproveitamento de novas fontes de energia renováveis, surgem os biocombustíveis, funcionando como combustíveis alternativos em motores de combustão. Os biocombustíveis surgem como uma solução energética renovável, para atender às necessidades de redução das emissões de gases de efeito estufa, de melhoria da qualidade do ar e de diminuição da dependência face ao petróleo.

O biodiesel pode ser obtido a partir de diversos tipos de gorduras: vegetais, animais, biomassa de algas e cianobactérias.

As matérias primas constituem a maior fatia dos custos de produção de biodiesel. Desta forma considerou-se fundamental privilegiar a utilização de gordura animal como matéria prima para a sua obtenção uma vez que as gorduras vegetais correspondem a matéria primas mais cara, para além de existir controvérsia em relação à questão da competição entre a utilização do solo para a produção de vegetais para alimentação ou para a produção de biodiesel. Em relação ao custo da matéria prima, as gorduras animais representam uma opção bastante vantajosa para a produção deste biocombustível, uma vez que aproveitam resíduos provenientes de processos de abate já existentes. Portanto a disponibilidade e o baixo custo de obtenção em conjugação com as boas características do biodiesel obtido a partir de gorduras animais e o alto rendimento do seu processo de produção, foram razões suficientes para a sua inventariação e posterior quantificação de potencial produção.

Por conseguinte, foi executado um estudo que permite aferir a quantidade de gorduras animais disponíveis para a produção de biodiesel da Região do Grande Porto. A partir do número de animais de gado bovino, suíno e aves que são abatidos anualmente, este estudo prevê a quantidade de biodiesel que é potencialmente possível produzir a partir da quantidade de gordura associada a esses abates.

Palavras Chave (Tema): biodiesel, gordura animal, matéria prima, região do Grande Porto

Abstract

Renewable energy sources are essential to reduce the actual market strong dependence of non-renewable energy sources, namely petroleum. It is predicted that, in the medium term, the non-renewable energy sources run out so it is essential to replace them.

In this perspective the biofuels arise as a renewable solution to answer the needs of reducing emissions of greenhouse gases, improving air quality and decreasing the market petroleum dependence.

Biodiesel can be obtained from several types of oils: vegetable oils, oils produced from animal fat, oils obtained from algae and cyanobacterias and even from biomass.

Raw materials constitute the bulk of the production costs of biodiesel. Therefore the animal fat was considered to be an interesting and advantageous solution because it is cheaper and non controversial. Oils obtained from animal fats use wastes from already existing slaughter processes and there is not soil competition. Therefore, the animal fat availability and the low cost of obtaining it, combined with the good characteristics of the biodiesel obtained from animal fat and the high biodiesel production income, lead us to the inventory of the animal fats and subsequent quantification of potential production of biodiesel using that animal fat.

This study allowed us to quantify the amount of animal fat available for biodiesel production in the Oporto Region using the number of cattle, pig and chicken slaughtered every year in the region.

Key Words: biodiesel, animal fat, raw materials, Oporto Region

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e Apresentação do Projecto	1
1.2	Organização da Tese	2
2	Estado da Arte	4
2.1	Biodiesel: conceitos fundamentais	4
2.1.1	Biodiesel	4
2.1.2	Matérias primas	5
2.1.3	Caracterização do processo de fabrico industrial	9
2.1.4	Biodiesel como combustível em motores de ignição por compressão	11
2.1.5	Propriedades, especificações e métodos de ensaio do biodiesel	12
2.1.6	Vantagens da utilização do biodiesel (ambientais e económicas)	16
2.2	Casos de sucesso	18
2.2.1	Alemanha	20
2.2.2	Brasil	21
2.3	Realidade Portuguesa	22
3	Descrição Técnica e Discussão dos Resultados	24
3.1	Procedimento adoptado	25
3.2	Bovinos	26
3.2.1	Consumo de carne de bovino	26
3.2.2	Produção e Abate de Bovinos em Portugal	26
3.2.3	Caracterização de carcaças de bovinos	28
3.3	Suíños	33
3.3.1	Consumo de carne de suíno	33
3.3.2	Produção e Abate de Suínos em Portugal	33
3.3.3	Classificação da carcaça de suínos	35
3.4	Aves	38
3.4.1	Consumo de Carne de Aves	38
3.4.2	Produção e Abate de Frangos de Carne em Portugal	38

3.4.3	Caracterização da Gordura de Frango	40
3.5	Processo de fabricação de biodiesel a partir de gordura bovina, suína e frango	40
3.6	Quantificação das gorduras com potencial para a produção do biodiesel	43
3.7	Avaliação do potencial de produção de biodiesel	44
4	Conclusões	46
5	Avaliação do trabalho realizado.....	48
5.1	Objectivos Realizados	48
5.2	Limitações e Trabalho Futuro	48
	Referências	49
	Anexo 1 Classificação dos Subprodutos Animais	
	Anexo 2 Dados dos Matadouros da Região do Grande Porto	

Notação e Glossário

Lista de Siglas

ASTM	American Society for Testing and Materials
BSE	Encefalopatia Espongiforme Bovina
CEE	Comunidade Económica Europeia
Dec-Lei	Decreto Lei
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIVP	Divisão Intervenção Veterinária do Porto
DRAEDM	Direcção Regional de Agricultura Entre Douro e Minho
DSVRN	Direcção Serviços Veterinários da Região Norte
EBB	European Biodiesel Board
EN	European Normalization
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GHG	Greenhouse Gas
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Imposto sobre os Produtos Petrolíferos
Lisboa VT	Lisboa e Vale do Tejo
OAU	Óleos Alimentares Usados
RGA	Recenseamento Geral da Agricultura
RGP	Região do Grande Porto

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projecto

Explorar diversas fontes de energia renováveis é essencial para diminuir a dependência actual do mercado existente relativamente às fontes de energia não renováveis, nomeadamente o petróleo. Para além de se prever que as fontes não renováveis se esgotem a médio prazo (Duarte, Franco, 2007), a evolução do seu custo tende a sofrer subidas acentuadas e grandes oscilações devido a pressões de mercado e conflitos armados entre os países que possuem reservas de petróleo.

Nesta perspectiva de aproveitamento/exploração de fontes de energia renováveis surgem as energias eólicas, energia das marés, energia solar, geotérmica, hídrica, de biomassa e os biocombustíveis. O termo biocombustível engloba o biodiesel, o bioetanol, o biogás, o bioálcool, o bio éter dimetilico, a biogasolina e a bioelectricidade. A utilização dos biocombustíveis funcionando como combustíveis alternativos em motores de combustão revela-se muito promissora. Os biocombustíveis surgem como um aproveitamento indirecto da energia solar e apresentam-se como uma solução energética renovável competitiva para atender às necessidades de redução das emissões de gases de efeito estufa, de melhoria da qualidade do ar e de diminuição da dependência face ao petróleo.

De entre os biocombustíveis destaca-se o biodiesel. De acordo com a Agência Internacional de Energia este biocombustível pode vir a servir de substituto do diesel fóssil e enquanto tal não se verifica, servir de seu complemento.

O biodiesel pode ser obtido a partir de diversos tipos de gordura: óleos vegetais em geral, óleos reciclados utilizados em restauração para frituras, gorduras animais (principalmente bovina, suína e de aves), de biomassa de algas e de cianobactérias. O biodiesel é obtido tradicionalmente através de um processo de transesterificação da gordura com metanol. O bioetanol é obtido a partir de matérias primas ricas em amidos ou açúcares tais como o milho, o trigo, a cana de açúcar, beterraba, a batata ou a partir de materiais linho-celulósicos.

O maior constrangimento à comercialização do biodiesel é o elevado custo das matérias primas, nomeadamente do óleo vegetal virgem (Krawczyk, 1996). Por isso a principal dificuldade para uma produção eficiente tem a ver com a selecção de matérias primas disponíveis, com as características adequadas e a preços compatíveis. Esta é uma questão crucial nos países como Portugal, em que a produção de biodiesel a partir de culturas oleaginosas virgens tem limitações que se prendem fundamentalmente com a baixa

produtividade agrícola das potenciais culturas. Desta forma considerou-se fundamental privilegiar a utilização de óleo obtidos a partir de gordura animal como matéria prima para a obtenção de biodiesel. Os resíduos animais são uma matéria primas particularmente atraente para a aprodução de biodiesel, pois a sua incorporação na cadeia alimentar (fabrico de farinhas e rações) tem vindo a ser cada vez mais restringida devido à ameaça de difusão de doenças (Ferraz *et al.*, 2007). Por conseguinte, foi executado um estudo que permite avaliar a quantidade de gorduras animais disponíveis para a produção de biodiesel da Região do Grande Porto. A partir do número de animais de gado bovino, suíno e aves que são abatidos anualmente, este estudo prevê a quantidade de biodiesel que é potencialmente possível produzir a partir da quantidade de gordura e vísceras disponíveis nesses abates.

O biodiesel é seguro, biodegradável e reduz a emissão de poluentes do ar como partículas, monóxido de carbono e hidrocarbonetos (www.esru.strath.ac.uk).

A produção de biodiesel reduz entre 40% a 50% as emissões de GHG (*GreenHouse Gas*) se comparadas com o diesel fóssil. Por outro lado, também reduz as emissões de dióxido de carbono, o que se revela muito benéfico do ponto de vista da protecção ambiental (www.esru.strath.ac.uk).

1.2 Organização da Tese

Esta tese é constituída por 5 capítulos: Introdução, Estado da Arte, Descrição Técnica e Discussão de Resultados, Conclusões e Avaliação do Trabalho Realizado.

Na introdução apresenta-se o enquadramento do projecto e os seus objectivos.

No segundo capítulo apresentam-se os conceitos fundamentais do biodiesel no que diz respeito ao seu conceito, matérias primas utilizadas na sua obtenção e caracterização do processo de fabrico. São aqui também apresentadas as propriedades do biodiesel como combustível em motores de combustão e as vantagens económicas e ambientais da utilização do biodiesel em relação ao diesel fóssil convencional. No segundo capítulo apresentam-se ainda os casos de sucesso de produção e utilização do biodiesel e faz-se um ponto de situação sobre a produção de biodiesel em Portugal.

No terceiro capítulo é apresentado o método de trabalho utilizado. Faz-se uma análise sobre a produção de bovinos, suínos e frangos na Região entre Douro e Minho, sobre o número de abates destes animais na Região do Grande Porto e sobre o consumo de bovinos, suínos e frangos em Portugal. É apresentada a caracterização de carcaça para os bovinos e suínos incidindo sobre a quantidade de gordura potencialmente disponível para cada um desses animais. Para os frangos é feita a análise da gordura relativamente ao peso da ave viva.

Apresentam-se ainda os rendimentos possíveis dos processos de produção de biodiesel a partir dos diferentes tipos de gordura animal.

Finalizando este capítulo temos a quantificação das gorduras animais provenientes de bovinos, suínos e frangos abatidos na Região do Grande Porto com potencial para a produção de biodiesel e é feita a avaliação do potencial de produção do biodiesel para a mesma região. No quarto capítulo são apresentadas as principais conclusões.

Por fim o quinto e último capítulo apresenta os objectivos atingidos com o trabalho, identifica as limitações encontradas na sua realização e aponta linhas de desenvolvimentos futuros.

2 Estado da Arte

Neste capítulo pretende-se dar a conhecer os conceitos fundamentais sobre o biodiesel a nível de matérias primas utilizadas no seu fabrico, do processo de fabrico, da utilização como combustível em motores de combustão e das vantagens ambientais resultantes da utilização do biodiesel em substituição dos combustíveis fósseis. Para além disso pretende-se apresentar os países que podem ser considerados casos de sucesso na obtenção do biodiesel a partir de gorduras animais.

2.1 Biodiesel: conceitos fundamentais

2.1.1 Biodiesel

O biodiesel pode ser produzido através da reacção química entre uma gordura vegetal ou animal e um álcool na presença de um catalisador. Os álcoois geralmente utilizados na reacção de transesterificação são álcoois de cadeia curta, sendo mais usados etanol e metanol devido seu preço, disponibilidade e rendimento. A obtenção do biodiesel através da rota metílica, apesar de mais conhecida e consolidada, requer manipulação do metanol que é bastante tóxico e é obtido geralmente de matéria-prima de origem fóssil. O etanol apresenta as vantagens de baixa toxicidade, produzir biodiesel com maior índice de cetano e maior lubricidade, e ser 100% renovável. No entanto, o etanol tem menor reactividade sendo que, para se conseguir rendimentos para produção de biodiesel similares ao da rota metílica é necessário o uso de um maior excesso de etanol, além de maiores tempos de reacção e maiores temperaturas, podendo influenciar de maneira significativa o custo de produção (Quintella *et al.*, 2009). Uma vez que o metanol conduz a maiores rendimentos, é o mais utilizado. Os produtos da reacção são uma mistura de estéres metílicos (que se designa por biodiesel) e glicerol. A reacção química é designada de transesterificação e está ilustrada na figura 2.1 (Gerpen, 2005_a).

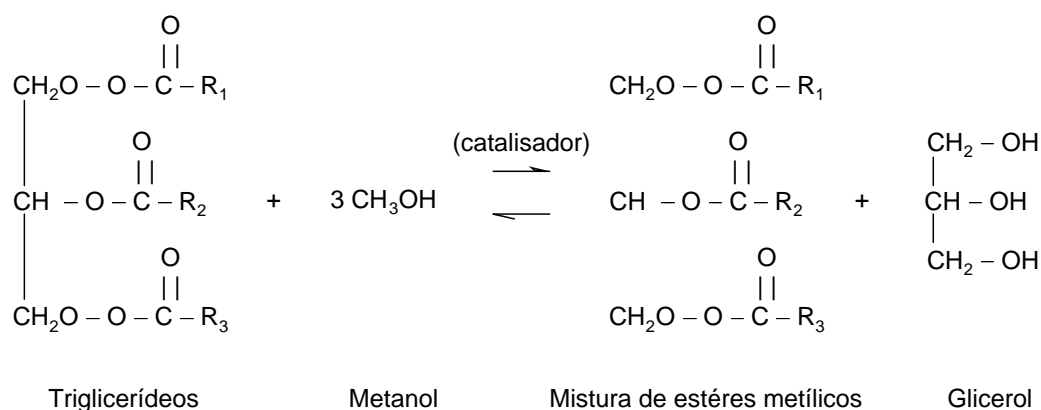


Figura 2.1 - Transesterificação

R_1 , R_2 e R_3 são cadeias longas de hidrocarbonetos também designadas de cadeias de ácidos gordos. Existem apenas 5 destas cadeias que são comuns à maioria dos óleos vegetais e gorduras animais (existem outras mas em pequena quantidade)(Gerpen, 2005_a). A quantidade relativa destes cinco estéres metílicos determina as propriedades físicas do biodiesel incluindo o número de cetano e estabilidade à oxidação (Gerpen, 2005_b).

O catalisador pode ser essencialmente ácido, enzimático ou alcalino. O uso de catalisador ácido, nomeadamente de ácido sulfúrico, não é muito utilizado pois a conversão dos triglicerídeos em estéres metílicos é muito lenta e necessita de temperaturas elevadas (acima dos 100°C), mas são úteis no caso do pré-tratamento de matérias primas ricas em ácidos gordos livres. As enzimas mostram uma boa tolerância em relação ao nível de ácidos gordos livres da matéria prima, mas são dispendiosas e incapazes de fornecer as características necessárias ao produto final (Gerpen, 2005_b). Os catalisadores alcalinos, como o hidróxido de sódio ou de potássio, são os mais utilizados na produção de biodiesel pois correspondem ao processo mais económico necessitando de baixas temperaturas e pressões, permitem reacções mais rápidas, necessitam de menor volume de álcool, são menos corrosivos e têm um rendimento de cerca de 98% (mas se a matéria prima for rica em ácidos gordos livres será necessário realizar um pré-tratamento com catalisador ácidos).

De referir que os alcóxidos, nomeadamente o metóxido de sódio, são os catalisadores alcalinos mais activos conduzindo a rendimentos muito elevados num reduzido tempo de reacção, mas como são catalisadores que são desactivados pela água, necessitam que o teor de água no álcool e no óleo sejam muito baixos o que leva à utilização preferencial dos já referidos hidróxido de sódio ou de potássio. Estes correspondem a catalisadores menos activos mas consegue-se compensar isso aumentando a quantidade de catalisador. No entanto têm o inconveniente de produzirem água na sua reacção com o álcool o que leva a uma posterior saponificação dos ácidos gordos livres, o que reduz o rendimento da produção (Cunha, 2008).

Uma reacção de transesterificação bem sucedida é caracterizada pela separação das camadas de esteres e de glicerol no final do tempo de reacção. O co-produto mais pesado, o glicerol, destaca-se e pode ser aproveitado assim mesmo ou pode ser purificado para utilização noutras indústrias como por exemplo as indústrias farmacêutica e de cosmética (Cunha, 2008).

2.1.2 Matérias primas

Os óleos vegetais utilizados podem provir directamente da agricultura ou de óleos reciclados utilizados em restauração para frituras. Existe ainda uma outra fonte de óleos vegetal ainda

muito pouco usada mas que poderá vir a ser uma fonte de energia importante no futuro: as algas.

As gorduras animais utilizadas na produção do biodiesel são principalmente a bovina, a suína e a de aves. O óleo de peixe também poderá constituir uma fonte importante de matéria prima para a produção de biodiesel.

As gorduras animais e os óleos reciclados provenientes de frituras, contêm altos níveis de ácidos gordos livres (Gerpen, 2005_b). Os ácidos gordos livres são responsáveis pela acidez dos óleos e gorduras.

Óleos vegetais

A energia solar, água e disponibilidade de dióxido de carbono são factores que condicionam a escolha dos locais para produção de plantas destinadas tanto à alimentação como à produção de biodiesel. Outros factores igualmente importantes são a fertilidade do solo e a topografia. Os cultivos necessitam na sua grande maioria de fertilizantes. Todos estes factores limitam a disponibilidade de área cultivável e traduzem-se em custos elevados na produção de biodiesel a partir de plantas.

Vários tipos de óleos vegetais foram já testados na produção de biodiesel. Em alguns países da Europa é utilizado o óleo de colza; no Brasil são muito usados os óleos de soja e de mamona e os Estados Unidos usam essencialmente o óleo de soja. As diversas matérias primas oleaginosas contêm diferentes teores percentuais de óleo (www.biodieselbr.com).

Os óleos reciclados das frituras constituem uma matéria prima muito mais barata com a vantagem da sua utilização na produção de biodiesel resultar na reciclagem de resíduos favorecendo assim o ambiente.

Estima-se que em Portugal sejam produzidos cerca de 125 mil toneladas de resíduos de óleos alimentares e que apenas 3 mil toneladas sejam recolhidas anualmente (Felizardo, 2003).

Relativamente às algas pode concluir-se que têm múltiplas vantagens, nomeadamente o facto de se desenvolverem muito mais rapidamente do que qualquer outra planta (maior produtividade em biomassa), podendo ser cultivadas usando água salgada, salobra ou doce conforme as espécies (Gomes, 2006). As micro-algas mais estudadas para a produção de óleo são: *Platymonas*, *Botryococcus braunii*, *T. suecica*, *Cuclotella sp.* (diatomácia), *C. cryptica* e *Chlorella protothecoides*. As instalações tipo para produção de algas consistem em lagoas de baixa profundidade nas quais as algas são movimentadas em circuito fechado através de um agitador de pás. Para aumentar a produtividade é normalmente necessário adicionar CO₂, que pode provir de processos industriais trazendo assim uma vantagem acrescida. Águas residuais

poderão ser adicionadas às lagoas de forma a suprir necessidades de azoto nítrico e amoniacal (Gomes, 2006).

Acresce-se às vantagens os factos de que as algas não estarem sujeitas a sazonalidade, terem facilidade de manuseamento e praticamente não produzem desperdícios.

A grande desvantagem da utilização de algas na produção de biodiesel consiste no custo de instalação das lagoas (Gomes, 2006). Como alternativa poderão ser utilizados reactores biológicos.

Gorduras animais

Na cadeia produtiva de carnes de frango e bovina existem resíduos como o óleo das vísceras de frango e a gordura bovina extraída das carcaças assim como outras partes menos nobres que possuem potencial para a produção de biodiesel (<http://web.cena.usp.br/apostilas/Cerri/Seminarios/Sebo%20e%20biomassa.pdf>).

O sebo bovino é obtido a partir de resíduos de tecidos de bovinos, sendo a separação da gordura feita por prensas, centrifugação ou pelo método de extracção de solventes orgânicos. É uma gordura de fácil obtenção. A figura 2.2 ilustra o processo de obtenção do sebo bovino. Os óleos ou gorduras de frango resultam do processamento com aquecimento controlado das partes não comestíveis de aves abatidas seguido de prensagem, decantação ou filtragem do óleo (<http://web.cena.usp.br/apostilas/Cerri/Seminarios/Sebo%20e%20biomassa.pdf>).

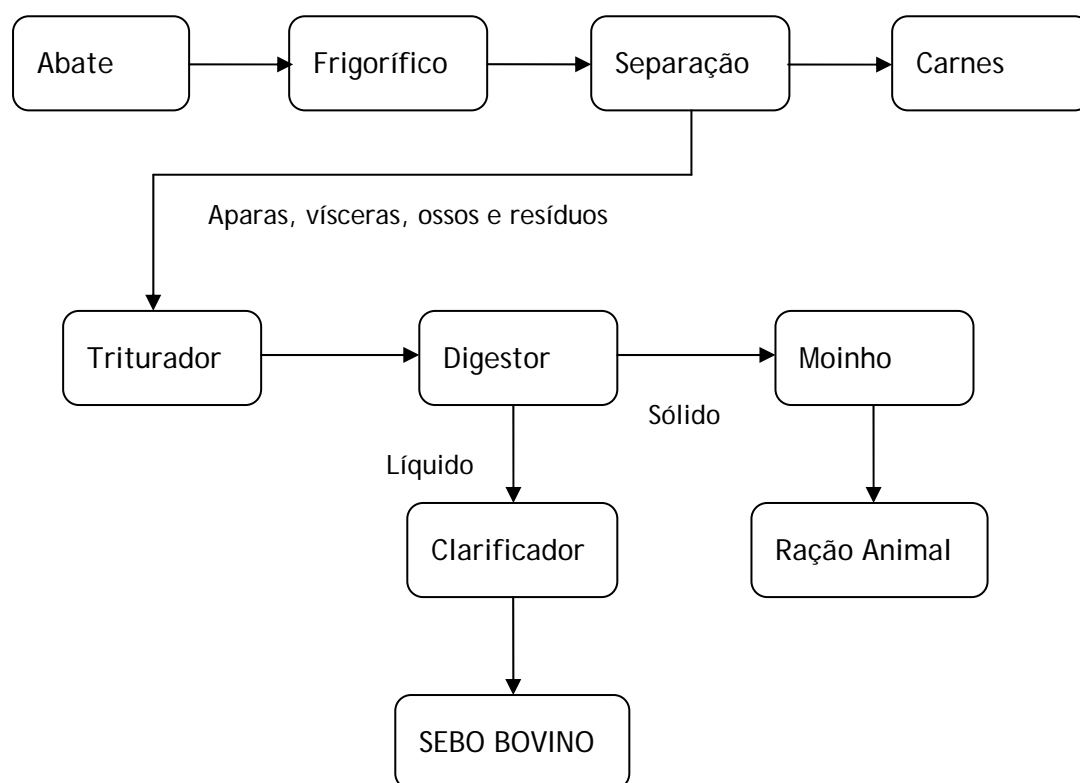


Figura 2.2 - Processo de obtenção de sebo bovino

A gordura animal difere dos óleos vegetais (como o de soja e o de colza) em relação às suas propriedades químicas. Estes óleos vegetais apresentam na sua composição uma grande quantidade de ácidos gordos insaturados, já as gorduras animais como sebo e banha apresentam na sua composição uma grande quantidade de ácidos gordos saturados (Krause, 2008).

As matérias primas de origem animal são geralmente classificadas como sebos e gorduras por se apresentarem no estado sólido à temperatura ambiente. Essa característica deve-se a sua composição percentual de ácidos gordos saturados principalmente o ácido esteárico. Uma exceção é a gordura de frango, classificada como óleo por apresentar, na sua composição percentual, baixos níveis de ácidos gordos saturados aproximando-se de óleos como o de soja e apresentando-se líquido à temperatura ambiente (Krause, 2008).

A tabela 2.1 apresenta a composição média em ácidos gordos de alguns óleos vegetais, banha suína, sebo bovino e gordura de frango (Krause, 2008).

Tabela 2.1 - Composição de ácidos gordos de óleos vegetais e gorduras animais em % m/m

Ácido Gordo	Soja	Coco	Colza	Girassol	Milho	Banha suína	Sebo bovino	Óleo frango
Laúrico	---	41-46	Traços	Traços	Traços	<0,5	---	---
Mirístico	<0,5	18-21	Traços	Traços	Traços	<1,5	2-4	0,7
Palmítico	8-12	9-12	2-4	5,5-8	9-12	24-30	23-29	23,6
Esteárico	3-5	2-4	1-2	2,5-6,5	1-3	12-18	20-35	6,1
Ácido oleico	18-25	5-9	52-66	14-34	25-35	36-52	26-45	37
Ácido linoleico	49-57	0,5-3	17-25	55-73	40-60	10-12	2-6	21,9
Ácido-linolênico	6-11	Traços	8-11	<0,4	<1	<1	<1	1,4
Araquídico	<0,5	Traços	0,5-1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	Traços
Behênico	Traços	Traços	0,5-2	0,5-1	<0,5	---	---	---
Lignocérico	---	---	0,5	0,5	<0,5	---	---	---

2.1.3 Caracterização do processo de fabrico industrial

O processo tradicional de fabrico industrial de biodiesel está ilustrado na figura 2.3 (Guimarães, 2008) e passa essencialmente pelas fases seguintes:

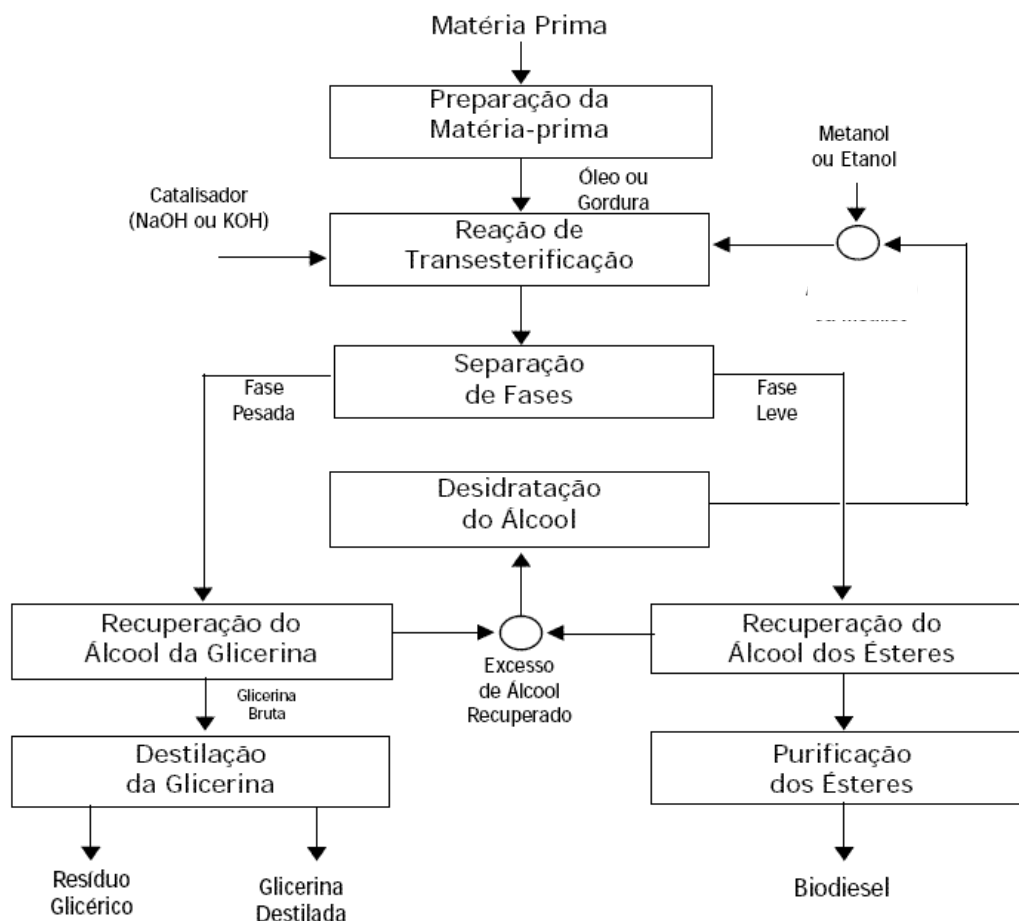


Figura 2.3 - Processo de produção industrial de biodiesel (Guimarães, 2008)

- Preparação da matéria prima: O objectivo principal desta fase corresponde à diminuição da humidade e da acidez da matéria prima. Isso é possível submetendo a matéria prima a um processo de neutralização, através de uma lavagem com uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou de potássio seguida de uma operação de secagem ou de desidratação. A especificidade do tratamento depende da natureza e condições da matéria prima utilizada (Guimarães, 2008). Por exemplo, se se tratarem de óleos de frituras devem sofrer uma pré-filtração e um pré-tratamento de evaporação para retirar o excesso de água. Aumenta-se a temperatura do óleo a 102°, durante pelo menos 15 minutos, até não sair vapor do óleo e este deixar de fazer barulho (Gomes, 2006).

- Reacção de transesterificação: corresponde à transformação do óleo ou gordura em esteres metílicos ou etílicos consoante se utilize o metanol ou o etanol (Guimarães, 2008).
- Separação de fases - Purificação: depois da transesterificação a massa resultante é composta por duas camadas (ou fases) separáveis por decantação ou centrifugação. A camada mais pesada é composta por glicerol bruto juntamente com algum excesso de álcool, de água e de impurezas. A camada menos densa é o biodiesel propriamente dito (mistura de esteres metílicos) juntamente com álcool, água e impurezas (Guimarães, 2008).
- Recuperação do álcool do glicerol: a camada pesada é submetida a um processo de evaporação para eliminar o álcool e a água. Os vapores são liquefeitos num contentor apropriado (Guimarães, 2008) .
- Recuperação do álcool dos ésteres: corresponde a um processo semelhante ao anterior (Guimarães, 2008).
- Desidratação do álcool: os excessos residuais dos álcoois contêm água que é necessário separar. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação simples (no caso do metanol) (Guimarães, 2008).
- Purificação do biodiesel: consiste na lavagem por centrifugação e desumidificação dos ésteres resultando o biodiesel final pronto para utilização como biocombustível em motores de ignição por compressão (Guimarães, 2008).
- Destilação do glicerol: a fase de glicerol é purificada por destilação a vácuo resultando deste processo um produto límpido e transparente comercialmente designado por glicerol destilado (Guimarães, 2008).

O processo através do qual se obtém o biodiesel e a sua qualidade final estão directamente relacionados. Há muitos parâmetros que afectam a reacção de transesterificação. Aqueles que se conhece terem grande influência são: temperatura, razão molar metanol/óleo, velocidade de mistura, tipo e quantidade de catalizador (Dias *et al.*, 2008_r). De igual forma a qualidade da matéria prima e dos outros materiais que entram no processo de transesterificação também têm implicações directas na qualidade do produto final. Por exemplo a facilidade de separação na fase de glicerol aumenta com o aumento da quantidade de metanol. Por outro lado, o aumento da quantidade de catalisador leva à produção de sabão, diminuindo por conseguinte o rendimento da reacção (Cunha, 2008). Uma fase essencial para a boa qualidade do biodiesel é a fase da lavagem. A eficiência da lavagem é

um dos factores condicionantes da qualidade do biodiesel produzido porque influencia a remoção dos glicéridos. A existência de glicéridos no biodiesel provoca a formação de depósitos sobre os injectores de combustível do motor.

2.1.4 Biodiesel como combustível em motores de ignição por compressão

O óleo vegetal pode ser directamente utilizado nos motores de ignição por compressão (diesel) como um substituto do diesel fóssil mas isso pode provocar problemas nos motores. Devido à sua viscosidade relativamente alta leva a uma pobre atomização do combustível, a uma combustão incompleta, a uma carbonização dos anéis e à acumulação do combustível no óleo de lubrificação. Para além dos problemas nos motores, a combustão de óleos vegetais conduz à formação de acroleína que é uma substância muito tóxica formada pela decomposição química do glicerol.

A transesterificação do óleo resolve esses problemas. Diminui a viscosidade do óleo melhorando o processo de injeção, garante uma melhor atomização do óleo na câmara de combustão e permite a remoção do glicerol evitando a formação da acroleína.

Os biocombustíveis líquidos podem ser usados de forma eficiente nos motores dos veículos automóveis. O biodiesel é usado nos motores a diesel; o bioetanol é usado para motores de combustão interna (gasolina) (Nogueira, 2008). A utilização directa do óleo vegetal como combustível tem uma longa história pois já em 1900 Rudolf Diesel exibiu um motor numa exposição em Paris projectado para funcionar utilizando óleo de amendoim (Dermibas, 2003).

O biodiesel pode usado em motores de ignição por compressão, normalmente misturado com diesel fóssil em proporções entre 5 e 30% (Ferraz et al., 2007).

No entanto existem alguns problemas a ter em conta na utilização do biodiesel nos motores de ignição por compressão: o biodiesel provoca a degradação de componentes como a borracha natural, o polipropileno, o polivinil, o TYGON® e o fluorossilicone, pode causar corrosão da pintura e abaixo dos 0°C podem ocorrer problemas na passagem do biodiesel do depósito para o motor (Felizardo, 2003; Gomes, 2006).

Existem normas de qualidade a que o biodiesel deve obedecer e também normas que definem os métodos a utilizar para a análise dos diferentes parâmetros que caracterizam o biodiesel.

A Norma Europeia EN14214, baseada na norma DIN 51606, estabelece os limites para as diferentes propriedades de forma a garantir qualidade.

Relativamente aos métodos a utilizar para análise dos diferentes parâmetros que caracterizam o biodiesel existem diversas normas sendo as mais usadas as americanas ASTM

(American Society for Testing and Materials), as normas alemãs DIN (Deutsches Institut für Normung) e as normas europeias EN (European Normalization).

2.1.5 Propriedades, especificações e métodos de ensaio do biodiesel

Algumas das características importantes dos biocombustíveis como o número de cetano, a densidade, a viscosidade, o ponto de fusão, as características de fluxo frio e o poder calorífico dependem do tipo de éster. Enquanto que ésteres preparados com ácidos gordos saturados apresentam alto número de cetano (o que aumenta a probabilidade de entupimento dos injectores), ésteres resultantes de ácidos gordos insaturados tem um baixo número de cetano (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Segue-se uma breve descrição das principais propriedades (físicas e químicas) do biodiesel (Felizardo, 2003; Cunha,2008):

Índice de acidez determinado por titulação segundo a EN 14104: é a medida da quantidade de substâncias ácidas no combustível e informa sobre a quantidade de ácidos gordos livres. Valores elevados podem provocar danos no motor (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Massa específica a 15° determinada com densímetro segundo a EN ISO 12185: Este parâmetro exerce grande influência em processos de injeção de combustível. O equipamento de injeção de combustível opera dentro de um sistema de medição de volume, onde uma elevada massa específica para o biodiesel resulta num maior fornecimento de combustível o que prejudica o funcionamento. As massas específicas dos ésteres metílicos dos óleos são inferiores às massas específicas dos óleos puros que lhes deram origem (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Viscosidade cinemática a 40° determinada com viscosímetro de tubo em U segundo a EN ISO 3104: é a medida da facilidade de escoamento dos combustíveis e influencia a operação de injeção do combustível no motor principalmente a baixas temperaturas, que são responsáveis pelo aumento da viscosidade, o que afecta a fluidez do combustível. Os óleos puros apresentam uma viscosidade maior do que os seus ésteres metílicos. Para os óleos vegetais e animais puros a viscosidade é 10 a 15 vezes maior que a viscosidade do diesel fóssil, sendo que depois de transesterificados esse valor diminui para cerca de metade do valor apresentado pelo diesel fóssil. A presença de impurezas no biodiesel pode contribuir para o aumento da sua viscosidade (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Ponto de entupimento de filtro a frio: define o limite de filtrabilidade do combustível e informa sobre o desempenho do combustível a temperaturas baixas. Baixas temperaturas tornam o combustível espesso dificultando assim a sua circulação. O ponto de entupimento de biodiesel de origem animal é maior do que o de biodiesel de origem vegetal uma vez que as gorduras animais apresentam uma maior quantidade de ácidos gordos saturados os quais possuem uma maior tendência à solidificação a baixas temperaturas do que os ácidos gordos insaturados (Felizardo, 2003; Cunha,2008). Os valores do ponto de entupimento do diesel fóssil e do biodiesel obtido a partir de diferentes óleos e gorduras animais estão indicados na tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Ponto de entupimento do diesel fóssil e do biodiesel de diferentes óleos e gorduras animais (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Combustível	Ponto de entupimento (°C)
Diesel fóssil	-2,7
Biodiesel obtido a partir de soja	-3,3
Biodiesel obtido a partir de de frango	1,3
Biodiesel obtido a partir de de sebo	8,0
Biodiesel obtido a partir de de banha	8,3

Ponto de inflamação determinado por equilíbrio rápido segundo a norma EN ISO 3679: corresponde à menor temperatura, à qual o combustível ao ser aquecido gera uma quantidade de vapor suficiente para formar com o ar uma mistura capaz de inflamar. Logo, quanto maior o ponto de inflamação do combustível menor o perigo de explosão. Esta propriedade não exerce influência directa sobre o funcionamento dos motores mas está relacionada com a inflamabilidade, servindo como indicativo das precauções que se devem tomar durante o manuseamento, transporte e armazenamento do combustível. No que diz respeito ao biodiesel a especificação do ponto de inflamação tem como objectivo limitar a quantidade de álcool residual presente. O biodiesel apresenta valores de ponto de inflamação próximos dos 130°C o que corresponde a um valor substancialmente maior do que o do diesel fóssil que é próximo dos 52°C. O facto de o peso molecular do biodiesel ser alto é um factor coadjuvante para a diminuição da sua volatilidade. A tabela 2.3. mostra os valores do ponto de inflamação para biodiesel de diversas origens vegetais (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Tabela 2.3 - Ponto de inflamação para biodiesel de diversas origens vegetais (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Origem	Ponto de inflamação (°C)
Biodiesel obtido a partir de girassol	181
Biodiesel obtido a partir de soja	186
Biodiesel obtido a partir de palma	179
Biodiesel obtido a partir de colza	178

Teor em água determinado por titulação Karl Fischer segundo a norma EN ISO 12937: a água pode gerar uma reacção de efeitos indesejados provocando desenvolvimento de microorganismos e corrosão (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Contaminação total determinada por filtração laboratorial segundo a norma EN 12662: a contaminação pode ter origem nos sabões formados durante o processo mas também nos insaponificáveis como cera, hidrocarbonetos, caratenóides, vitaminas e colesterol (óleos de origem animal e óleos vegetais resultantes de frituras). Por um lado os insaponificáveis apresentam um ponto de ebulição mais elevado criando resíduos nos motores, por outro os sabões produzem cinzas sulfatadas abrasivas (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Teor de ésteres segundo a norma EN 14103: indica o grau de pureza do biodiesel produzido e a eficiência do processo de produção utilizado. Um baixo teor de ésteres indica um baixo rendimento no processo de transesterificação (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Resíduo de carbono segundo a norma EN ISO 10370: indica a tendência de um combustível para formar depósito de carbono em motores. Estes resíduos depositam-se nos injectores e em outras partes do motor reduzindo a sua vida útil. (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Cinzas sulfatadas segundo a norma ISO 3987 : provocam saturação de filtros e desgaste de diversas partes do motor (Cunha,2008).

Enxofre total determinado pelo método XRF EDX segundo a norma EN ISO 20846: o enxofre gera emissões tóxicas poluindo o ar (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Número de cetano determinado pelo método do motor de cetano segundo a norma EN ISO 5165: mede a qualidade de ignição do combustível. Baixo índice de cetano indica uma pobre ignição podendo resultar na criação de depósitos nos pistões e levando a um maior consumo de combustível (Felizardo, 2003; Cunha,2008).

Metanol determinado por cromatografia gasosa segundo a norma EN 14110: a presença do álcool residual pode provocar corrosão em peças de alumínio e zinco para além de reduzir o número de cetano, diminuir a lubricidade do motor e influenciar o ponto de inflamação (Felizardo, 2003; Cunha, 2008).

Estabilidade à oxidação segundo a norma EN 14112: este parâmetro está relacionado como tempo necessário para degradar o biodiesel determinando assim a estabilidade na sua armazenagem e distribuição (Cunha, 2008).

Diversas experiências de produção de biodiesel a partir de gordura de frango e de sebo bovino permitem tirar as seguintes ilações: o biodiesel obtido a partir gordura de frango apresenta um ponto de entupimento de filtro a frio mais baixo do que o biodiesel obtido a partir de gordura de bovino, o que indica que é mais adequado para uso em climas mais frios (Cunha, 2008). A viscosidade cinemática do diesel obtido a partir de gordura de frango está dentro de valores normalizados ao contrário do obtido a partir de sebo bovino. O teor de metanol para o biodiesel de frango é baixo indicando que o processo é eficiente em relação à retirada do excesso de álcool (Cunha, 2008). O teor de ésteres indica que o biodiesel obtido a partir de gordura de frango tem elevada pureza (superior ao biodiesel obtido a partir de sebo bovino) (Cunha, 2008; Krause, 2008). Os pontos de ebulição dos dois biocombustíveis são semelhantes e o teor de potássio é mais elevado para o biodiesel de frango (Krause, 2008).

Para ser aceite como biocombustível o biodiesel deve cumprir todas as especificações impostas pela norma EN14214 uma vez a qualidade do biodiesel produzido é um factor fundamental na definição do modo de funcionamento e o tempo de vida de um motor. O envelhecimento do biodiesel de pobre qualidade conduz à formação de ácidos orgânicos, água, peróxidos e produtos de polimerização que são responsáveis pelo desgaste de peças do motor. A tabela 2.4 mostra as especificações aplicáveis ao biodiesel.

Tabela 2.4 - Especificações aplicáveis ao biodiesel (EN14214)

Propriedade	Unidades	Limites	
		Mínimo	Máximo
Ésteres	% (m/m)	96,5	-
Densidade a 15°C	g/ml	0,860	0,900
Viscosidade a 40°C	mm ² /s	3,50	5,00
Ponto de Inflamação	°C	120	-
Enxofre	mg/kg	-	10
Resíduo carbonoso	% (m/m)		0,30
Número de cetano		51,0	-
Cinzas sulfatadas	% (m/m)	-	0,02
Água	% (m/m)	-	0,05
Contaminação Total	mg/kg	-	24
Corrosão do Cobre (3h a 50°C)	Classificação	Classe 1*	
Estabilidade de oxidação	Horas	6,0	-
Número de acidez	mg KOH/g	-	0,50
Índice de iodo		-	120
Metiléster do ácido linoleico	% (m/m)	-	12,0
Metilésteres polinsaturados (>= 4 ligações dupla)	% (m/m)	-	1
Metanol	% (m/m)	-	0,20
Monoglicéridos	% (m/m)	-	0,80
Diglicéridos	% (m/m)	-	0,20
Triglicéridos	% (m/m)	-	0,20
Glicerol livre	% (m/m)	-	0,02
Glicerol total	% (m/m)	-	0,25
Metais alcalinos (Na, K)	mg/kg	-	5,0
Fósforo	mg/kg	-	10

2.1.6 Vantagens da utilização do biodiesel (ambientais e económicas)

Em comparação com os combustíveis fósseis o biodiesel reduz a emissão de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera o que diminui a contribuição para o efeito de estufa e consequente aquecimento global. Diversos estudos apontam que o aumento da temperatura do planeta pode aumentar a frequência e a intensidade de eventos climáticos como tempestades e furacões, pode reduzir os recursos hídricos destinados ao consumo humano e pode provocar a extinção de diversas espécies de flora e fauna. Tomando-se por base o biodiesel puro (B100), produzido com óleo de soja, o seu uso reduz as emissões de monóxido de carbono (CO), de partículas, de óxido de enxofre (SO_x) (em praticamente 100%) e de hidrocarbonetos totais. Por outro lado, em relação ao diesel fóssil, o uso de biodiesel aumenta em aproximadamente 10% as emissões de óxido de azoto (NO_x), o que não deve constituir obstáculo para o seu uso devido às grandes vantagens em relação aos outros poluentes (www.biodiesel.gov.br/docs/relatoriofinal.pdf).

O biodiesel ao reduzir a emissão de dióxido de enxofre (SO₂) para a atmosfera contribui assim para a redução da principal causa de ocorrência de chuvas ácidas (www.biodiesel.gov.br/docs/relatoriofinal.pdf).

A substituição do diesel fóssil pelo biodiesel, ao reduzir a emissão de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, como alguns deles são cancerígenos, alarga as vantagens da utilização do biodiesel até à melhoria das condições de saúde das populações (www.biodiesel.gov.br/docs/relatoriofinal.pdf).

A figura 2.4 ilustra a redução de emissões comparativamente entre o biodiesel usado puro (B100) e usado em mistura com o diesel fóssil (B50 e B20).

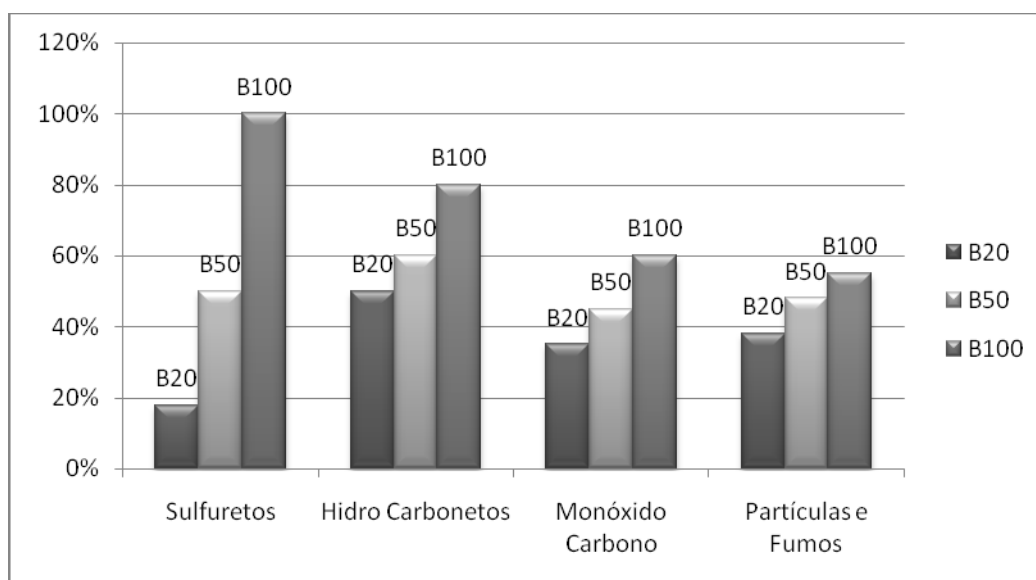


Figura 2.4 - Redução comparativa de emissões entre o biodiesel puro e as suas misturas com diesel fóssil (www.cfn.ist.utl.pt/conf_energia/files/21_10_Apresentacao.pdf)

A reciclagem dos óleos alimentares usados corresponde simultaneamente à redução de resíduos e ao aproveitamento de uma fonte de energia que de outra forma seria apenas desperdício.

O biodiesel é biodegradável e não é tóxico de forma que derrames acidentais representam riscos muito inferiores do que aqueles associados ao derrame de diesel fóssil e outros produtos petrolíferos. O biodiesel degrada-se 4 vezes mais depressa que o diesel fóssil devido ao seu conteúdo de oxigénio que favorece o processo de biodegradação.

O biodiesel possui ainda um ponto de inflamação superior ao diesel fóssil de modo que é mais seguro no caso de acidente (www.biodieselbr.com).

O biodiesel obtido a partir de gordura animal apresenta as vantagens de conter um maior número de cetano, maior estabilidade à oxidação e menor índice de iodo. As principais desvantagens residem do facto de as gorduras animais conterem enxofre e de solidificarem à temperaturas baixas.

O problema de desflorestação no caso da plantação com o objectivo de obter matérias-primas para o fabrico dos óleos vegetais e o impacto sobre a disponibilidade de recursos para a produção de alimentos constitui uma desvantagem. O biodiesel ainda é economicamente pouco competitivo face ao diesel fóssil e exige controlo apurado de qualidade do produto, apresentando níveis de degradação quando armazenado por muito tempo (Wardle, 2003).

2.2 Casos de sucesso

Os biocombustíveis têm sido testados em várias partes do mundo como por exemplo Brasil, Argentina, Estados Unidos, Malásia e Europa. França, Itália, Áustria, Bélgica, Inglaterra, Suécia, República Checa e Portugal encontram-se entre os países europeus que possuem unidades industriais de produção de biodiesel. A capacidade de produção da Europa em 2008, segundo o European Biodiesel Board, era de cerca de 16 000 milhares de toneladas por ano, sendo a Alemanha a liderar com cerca de 5 300 milhares de toneladas por ano (www.ebb_eu.org). A capacidade de produção em 2008 assim como a produção efectiva, em 2007, dada pelo European Biodiesel Board (EBB) de cada país europeu está apresentada na tabela 2.5 (www.ebb_eu.org).

Na União Europeia os transportes correspondem a um sector chave no que diz respeito ao consumo energético, sendo responsável por 32% do gasto total de energia. Os transportes têm também uma contribuição significativa na produção de CO₂ sendo responsáveis por 28% das emissões de CO₂ para a atmosfera (Kavalov, 2004).

A utilização de biocombustíveis nos transportes pode assim contribuir para a diminuição das emissões de CO₂. Por conseguinte, a Directiva 2003/30/EC do Parlamento Europeu estabeleceu um valor de referência de 2% para o final do ano de 2005 e de 5,75% até ao fim do 2010 para a percentagem de biocombustíveis a ser utilizada para todos os combustíveis utilizados em transportes. Já em 2009, está em elaboração uma nova Directiva que aponta para o uso de 10% de biocombustíveis até 2020 (Nogueira, 2008). Concomitantemente, a União Europeia comprometeu-se, através do protocolo de Quioto, a diminuir entre 2008-2012 em 8 % (tendo por base o valor de 1990) as emissões de CO₂ (Kavalov, 2004).

Tabela 2.5 - Capacidades de produção em 2008 e produção de 2007

País	Capacidade de produção em milhares de toneladas (2008)	Produção em 2007 (milhares de toneladas)
Alemanha	5 302	2 890
França	1 980	872
Itália	1 566	363
Espanha	1 267	168
Reino Unido	726	150
Bélgica	665	166
Holanda	571	85
Grécia	565	100
Aústria	485	267
Polónia	450	80
Portugal	406	175
Bulgária	215	9
Suécia	212	63
Eslováquia	206	46
Republica Checa	203	61
Hungria	186	7
Finlândia	170	39
Lituânia	147	26
Dinamarca	140	85
Estónia	135	0
Eslovénia	67	11
Malta	8	1
Chipre	6	1
TOTAL	16 000	5 713

A Roménia foi o primeiro país da Europa de leste a abrir uma unidade de produção de biodiesel, em Vaslui. Neste país a biomassa disponível é essencialmente rica em celulose e em amido o que leva a que a solução mais viável corresponda ao biodiesel e não ao etanol.

2.2.1 Alemanha

Na Alemanha a primeira unidade piloto de produção de biodiesel foi construída em 1991 e apresentava uma capacidade de 1000 l/dia (Albulescu *et al*, 2005). Em 2007, com uma produção de 2 890 milhares toneladas/ano segundo o EBB, a Alemanha é o principal produtor europeu de biodiesel. A utilização do biodiesel está generalizada por toda a Alemanha sendo que os táxis de algumas cidades como Berlim funcionam apenas com biodiesel. Existem cerca de 1400 postos de abastecimento disponíveis em toda a Alemanha, distando entre si uma média de 30 km (Albulescu *et al*, 2005).

A estratégia utilizada para habituar os consumidores ao biodiesel passou pela disponibilização em simultâneo nas bombas de abastecimento de diesel fóssil e de biodiesel. Os consumidores começaram a misturar ambos os combustíveis até ganhar a confiança necessária para utilizar somente o biodiesel (Albulescu *et al*, 2005).

Em 2007, a Alemanha possuía 82 milhões de habitantes que consumiam cerca de 27 milhões de toneladas de diesel. No modelo de produção alemão, os agricultores plantam a colza para nitrogenar naturalmente os solos. Dessa planta extraem óleo, que é a principal matéria-prima para a produção do biodiesel.

O sistema produtivo da Alemanha, de biodiesel, bem como dos demais países europeus, tem a seguinte configuração:

- o óleo é extraído da colza (*rape seed*). O subproduto proteico (farelo) produzido nesta etapa é direcionado para ração de animais;
- o óleo de colza é transformado em biodiesel;
- o biodiesel é distribuído de forma pura (B100), isento de qualquer mistura ou aditivação, para uma enorme rede de abastecimento de combustíveis composta de mais de 1 000 postos.

A prática de um menor preço para o biodiesel na Alemanha é explicável pela completa isenção dos impostos em toda a cadeia produtiva. Em 2007, o biodiesel representava 10,7% do total do diesel que era consumido neste país.

2.2.2 Brasil

As regiões tropicais, especialmente na América do Sul e em África, têm condições privilegiadas para a plantação de vegetais pois possuem boa incidência de energia solar, boa disponibilidade pluvial e temperaturas adequadas ao seu bom e rápido desenvolvimento.

O Brasil ocupa uma posição destacada no desenvolvimento e uso de fontes renováveis de energia e produz tanto o bioetanol como o biodiesel. Há já 30 anos que o Brasil implementa programas com o objectivo de diminuir a sua dependência relativamente ao petróleo que tem necessidade de importar. O Proálcool surgiu em meados da década de 70 e consistia num programa de incentivos para viabilizar a produção de biocombustíveis. Em 2004 foi lançado o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (Nogueira, 2008). Em 2005 o biodiesel foi introduzido na matriz energética brasileira e a partir de 1 de Julho de 2008, o diesel comercializado em todo o Brasil passou a conter, obrigatoriamente, 3% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada em Março de 2008, que aumentou de 2% para 3% a percentagem obrigatória de mistura de biodiesel ao diesel fóssil, sendo que se pretende atingir os 5% até 2013 (Nogueira, 2008).

No Brasil são cultivadas diversas espécies oleaginosas que possuem potencial para serem utilizadas como matéria-prima na produção de biodiesel tais como soja, colza, amendoim, mamona e girassol (www.biodieselbr.com/biodiesel/brasil/biodiesel-brasil.htm).

Para além do óleo vegetal o Brasil tem utilizado a gordura de frango obtido na cadeia produtiva de carne de frango para a produção de biodiesel. Este país ocupa os primeiros lugares entre os principais produtores de mundiais de frango (ficando apenas atrás dos Estados Unidos e da China), tendo havido ao longo dos anos a preocupação do melhoramento genético das aves de modo a obter ganhos significativos nas taxas de conversão, a obter uma redução no tempo do ciclo produtivo e a obter um maior rendimento das carcaças. Tudo isto contribuiu para que surgisse a ideia de aproveitar as gorduras provenientes desta cadeia produtiva e do óleo não comestível das vísceras de frango para a produção de biodiesel (Gomes *et al.*, 2008).

Em relação à carne de bovino o Brasil apresenta-se como detentor do maior número de animais para fins comerciais, sendo por isso um candidato ideal para iniciar o aproveitamento desta matéria prima na produção de biodiesel (Krause, 2008).

A figura 2.5 ilustra a matriz energética brasileira para o ano de 2007. Verifica-se que as energias renováveis correspondem a quase 46% do total.

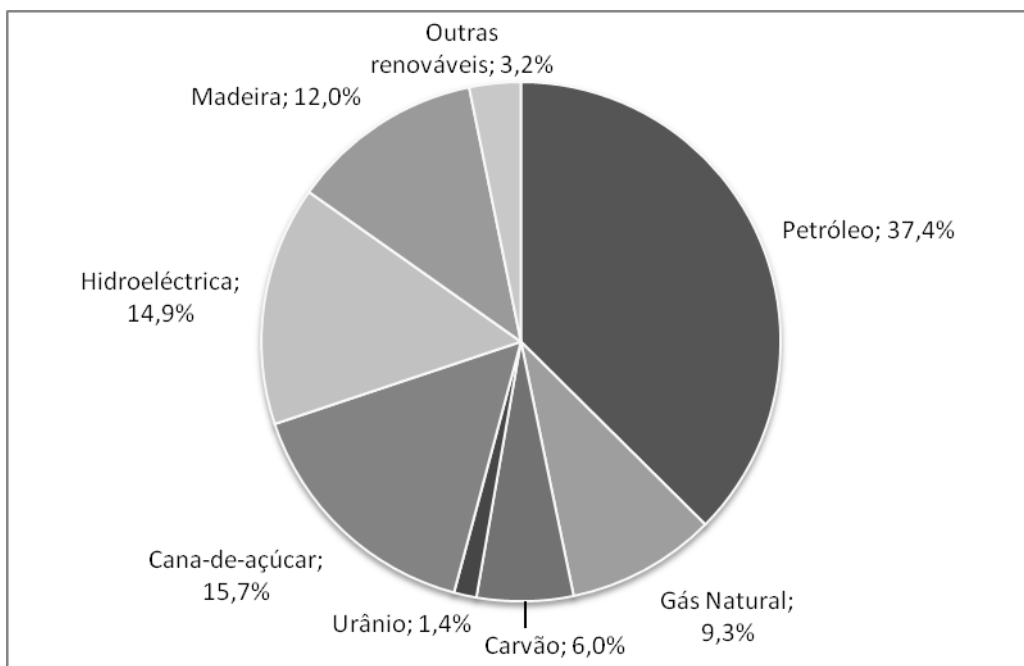


Figura 2.5 - Matriz energética brasileira em 2007

(www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp)

2.3 Realidade Portuguesa

A produção de biocombustíveis é uma realidade em expansão no nosso país. Para a crescente aposta empresarial no sector dos biocombustíveis contribuiu a medida de isentar os biocombustíveis do imposto sobre os produtos petrolíferos (ISP) (Portaria 13/2009, Diário da República).

Em Portugal existem algumas instalações de produção de biodiesel a partir de óleos vegetais, duas das quais a funcionar desde 2006. A Iberol (a funcionar desde Abril de 2006) e a Torrejana (cujo projecto iniciou em 2002) são responsáveis por cerca de 200 mil toneladas por ano, uma produção que garante o abastecimento de 3% do consumo nacional de combustíveis e que é comprado pela maior petrolífera nacional, a Galp (Duarte, Franco, 2007). A matéria prima utilizada pela Iberol é proveniente do estrangeiro e baseia-se no óleo de soja ao qual é periodicamente adicionado óleo de palma ou óleo de colza (Duarte, Franco, 2007). A Torrejana trabalha com matérias primas de produção nacional e está a experimentar a extracção de óleo de uma nova planta de origem brasileira, *jathopha curcas*, que permite um maior aproveitamento do óleo com menos área produzida (Duarte, Franco, 2007).

Como exemplos de empresas em laboração na Região Norte temos a SPACE - sediada em Vila Nova de Famalicão, com uma capacidade de produção de 5000 t/ano e já em produção

(Gomes, 2006) e a SOCIPOLE - sediada no Porto, com uma capacidade de produção de 5000 t/ano e já em produção (Gomes, 2006).

Outros projectos estão já em desenvolvimento nomeadamente através das empresas Prio e Biovegetal. A maioria das empresas portuguesas importa a matéria prima uma vez que o nosso país é deficitário na produção agrícola e não tem muita área disponível para plantar (Duarte, Franco, 2007).

Em Guimarães e Famalicão vários autocarros, de uma das maiores empresas de transportes públicos da Europa, operam abastecidos a biodiesel. O biodiesel é fornecido por uma empresa (Martifer) que possui refinarias em Portugal e na Roménia (Duarte, Franco, 2007).

Relativamente a aproveitamentos de óleos usados e de gorduras animais existem apenas pequenos aproveitamentos a nível caseiro ou de autarquias. No concelho de Sintra, a frota municipal funciona exclusivamente com biodiesel produzido a partir de óleos alimentares usados (OAU). O projecto, com o nome de Plano de Valorização de Óleos Usados, teve início em 2003 e obteve óptimos resultados em termos de adesão populacional. O projecto correspondeu a uma iniciativa conjunta da Câmara Municipal de Sintra, a Higiene Pública Empresa Municipal, os serviços municipalizados de água e saneamento de Sintra, a Total Portugal e o Instituto Superior Técnico (Duarte, Franco, 2007).

Segundo o EBB Portugal produziu, em 2007, 175 000 toneladas de biodiesel e em 2008 teria uma capacidade de produção de 406 000 toneladas (www.ebb_eu.org, 2009).

Na FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto) está a ser efectuado um estudo promissor sobre desenvolvimento de novos processos de reciclagem de resíduos alimentares para a produção de biodiesel (Dias *et al.*, 2008_a; Dias *et al.*, 2008_b; Dias *et al.*, 2008_c; Dias *et al.* 2008_d; , Dias *et al* 2008_e; , Dias *et al.*, 2008_f; Ferraz *et al.*, 2007) existindo mesmo uma unidade piloto de produção de biodiesel e sabão líquido a partir de óleos de fritura (www.fe.up.pt/si/projectos_geral.mostra_projecto?p_id=992).

3 Descrição Técnica e Discussão dos Resultados

A disponibilidade e os baixos custos de obtenção das gorduras animais são indicadores de que é oportuno avaliar a sua utilização na produção de biodiesel. O custo do biodiesel obtido a partir de gordura animal é bastante inferior ao do obtido a partir de óleos vegetais começando logo no custo de aquisição da matéria prima uma vez que um quilo de sebo de bovino se transforma num quilo de óleo enquanto que um quilo de soja (por exemplo) se transforma em 170g de óleo (www.biodiesel.org).

Para além disso o rendimento da produção de biodiesel a partir quer de gordura de frango quer de gordura bovina e suína corresponde a valores elevados, sendo que para a gordura de frango o rendimento de produção em laboratório é de aproximadamente 95% (Gomes *et al*, 2008) e para as gorduras de bovino e suíno o rendimento ronda os 83% (Tagliari *et al*, 2008; Moura *et al*, 2007).

Como já referido anteriormente, as características do biodiesel obtido a partir de gorduras animais e óleos vegetais apresentam poucas diferenças sendo o alto ponto de entupimento de filtro a frio e a fraca estabilidade de oxidação, no caso da gordura animal, os únicos pontos negativos (Teixeira, 2006). Justifica-se assim a realização de um inventário dos resíduos animais com potencialidades para a produção de biodiesel na Região do Grande Porto.

As limitações da utilização de gorduras animais centram-se essencialmente no facto da produção estar limitada pela oferta de matéria prima, no facto de a gordura animal (bovina e suína) precisar de um pré-tratamento de purificação (Santos, 2007) antes da transesterificação e da gordura animal solidificar à temperatura ambiente.

Embora todas as gorduras animais possam vir a ser utilizadas no fabrico de biodiesel, as mais comuns nesta região são as de frango, de bovino e de suíno de modo que o objectivo deste trabalho centra-se na quantificação da gordura de suínos, bovinos e gordura de frangos potencialmente disponível para a produção de biodiesel na Região do Grande Porto.

A Região do Grande Porto refere-se à unidade geográfica definida pela Direcção Regional de Agricultura entre Douro e Minho e que inclui os concelhos de Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa do Varzim, Valongo, Vila do Conde e Vila Nova de Gaia (Relatório Carne de Bovinos e Produtos Cárneos, DRAEDM, 2006).

3.1 Procedimento adoptado

A abordagem inicial centrou-se nos subprodutos animais originários dos abates.

Entende-se por subprodutos animais os cadáveres (inteiros ou partes) de animais ou produtos de origem animal não destinados ao consumo humano, incluindo óvulos, embriões e sêmen (Regulamento CEE 1774/2002). Os produtos não destinados ao consumo humano correspondem a subprodutos ou resíduos das operações de abate e de limpeza das carcaças e das vísceras, sangue, partes não comestíveis e animais rejeitados pela inspecção sanitária. Essas matérias são normalmente eliminadas por incineração ou enviadas para aterros sanitários ou então são aproveitadas para o sector de farinhas para rações e *petfood*, para o sector cosmético, para o sector farmacêutico, para a indústria bioquímica, para fertilizantes, para biogás ou para compostagem.

A classificação dos subprodutos animais é, segundo a Comunidade Europeia, feita em três categorias M1, M2 e M3 de acordo com a categoria de risco (ver Anexo 1). A categoria M1 inclui os resíduos de maior risco sanitário.

Todas as unidades de abate de animais têm por obrigação fazer a separação dos subprodutos por categoria. Para isso foi solicitada informação sobre as quantidades de subprodutos gerados em cada unidade por categoria, no período de um ano, a todas os matadouros da Região do Grande Porto constantes na listagem fornecida pela Divisão de Intervenção Veterinária do Porto (DIVP). Das solitações efectuadas apenas se obtiveram 10% de respostas e, de acordo com informações recolhidas juntos dos matadouros, essas informações não constituíam informações fiáveis por motivos vários.

Assim sendo optou-se por abordar o problema de uma outra forma e quantificar a gordura animal disponível nos subprodutos directamente a partir do número de animais abatidos. Para tal foi necessário pedir uma autorização ao Director de Serviços Veterinários da Região Norte para ter acesso a esses dados. Os dados obtidos e que serviram de base ao trabalho realizado são apresentados, em bruto, no anexo 2.

Atendendo a que no estudo em causa se faz referência a carcaça de bovino e suíno, de seguida é esclarecido o que se entende por carcaça no caso dos suínos e bovinos, uma vez que no caso dos frangos não é costume utilizar-se esta expressão. Entende-se por carcaça de bovino, o corpo do animal após o abate e não inclui cabeça, extremidades podais, couro e vísceras. Entende-se por carcaça de suíno, o corpo do animal após o abate e não inclui cabeça, "pés", "mãos", cauda, banha, vísceras, rins e sangue. A banha corresponde à gordura abdominal.

3.2 Bovinos

3.2.1 Consumo de carne de bovino

A produção de carne de bovino e produtos derivados teve um retrocesso grande na última década e meia em Portugal em consequência da abertura dos mercados e do abandono agrícola. As doenças ocorridas no período, designadamente a peripneumonia e a encefalopatia espongiforme bovina (BSE), contribuíram bastante para a quebra que se registou. A capacidade de abate existente é suficiente. O consumo *per capita* em Portugal foi de 15,9 kg em 2002, valor inferior ao da Europa a 15 que foi de 18 kg (Relatório Carne de Bovinos e Produtos Cárneos, DRAEDM, 2006).

3.2.2 Produção e Abate de Bovinos em Portugal

A tabela 3.1 dá-nos as alterações das explorações e dos efectivos, ocorridas entre 1989 e 1999, segundo o último Recenseamento Geral da Agricultura (RGA), nas regiões agrárias do continente. A região Entre Douro e Minho (onde está inserida a Região do Grande Porto) representava, em 1999, 44 % do total das explorações do continente e 27 % do total do efectivo, quando dez anos antes tinha os seguintes pesos: 40% e 31% respectivamente. Contudo, a evolução da região foi negativa com uma quebra nas explorações de 51% e de 13% no efectivo.

Tabela 3.1 - Explorações e Efectivos bovinos segundo o Recenseamento Geral da Agricultura de 1989 e de 1999.

Região	Nº explorações				Nº animais			
	1989	%	1999	%	1989	%	1999	%
Entre Douro e Minho	81 244	40	39 448	44	370 274	31	320 918	27
Trás-os-Montes	20 053	10	10 634	12	91 625	8	79 340	7
Beira Litoral	59 544	30	23 929	26	220 371	18	153 379	13
Beira Interior	14 960	7	6 256	7	62 968	5	55 207	5
Ribatejo e Oeste	13 319	7	4 642	5	167 340	14	159 317	14
Alentejo	9 068	5	4 806	5	260 177	22	392 268	33
Algarve	2 998	1	902	1	23 322	2	12008	1

Em 1999, a região Entre Douro e Minho era aquela que tinha um maior número de explorações e a segunda em termos de número de bovinos.

O relatório anual de 2007 da Direcção de Serviços de Higiene Pública Veterinária respeitante à classificação carcaças de bovinos, permite concluir que a zona Norte de Portugal corresponde à zona com maior número de abates. A figura 3.1 ilustra a distribuição regional dos abates de bovinos no ano de 2007 (Relatório anual de classificação de carcaças de bovinos 2007, Direcção de Serviços de Higiene Pública Veterinária, Divisão de Inspeção dos Produtos de Origem Animal).

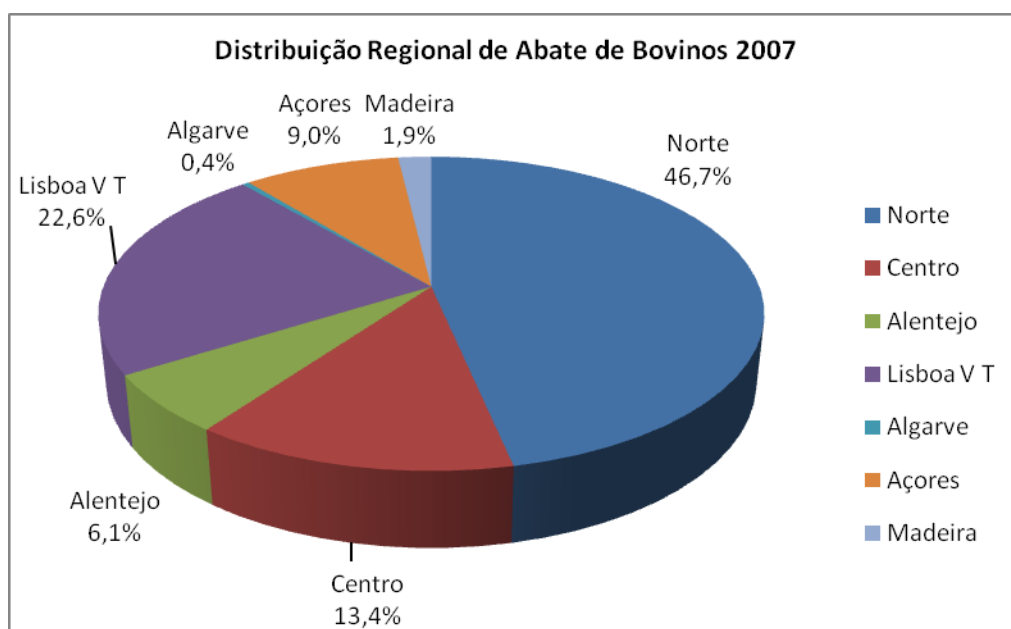


Figura 3.1 - Distribuição Regional de Abates em 2007

Na região Entre Douro e Minho existem 12 matadouros em operação tendo uma capacidade de abate instalada bastante superior à produção regional (Relatório Carne de Bovinos e Produtos Cárneos, DRAEDM, 2006). Desses 12 matadouros 6 pertencem à Região do Grande Porto.

Em relação à região do Grande Porto os dados relativos aos abates de bovinos, obtidos através da Direcção Geral de Serviços Veterinários da Região Norte, para o período de um ano entre Setembro de 2006 e Agosto de 2007, estão apresentados na figura 3.2, perfazendo um total de 88 518 unidades.

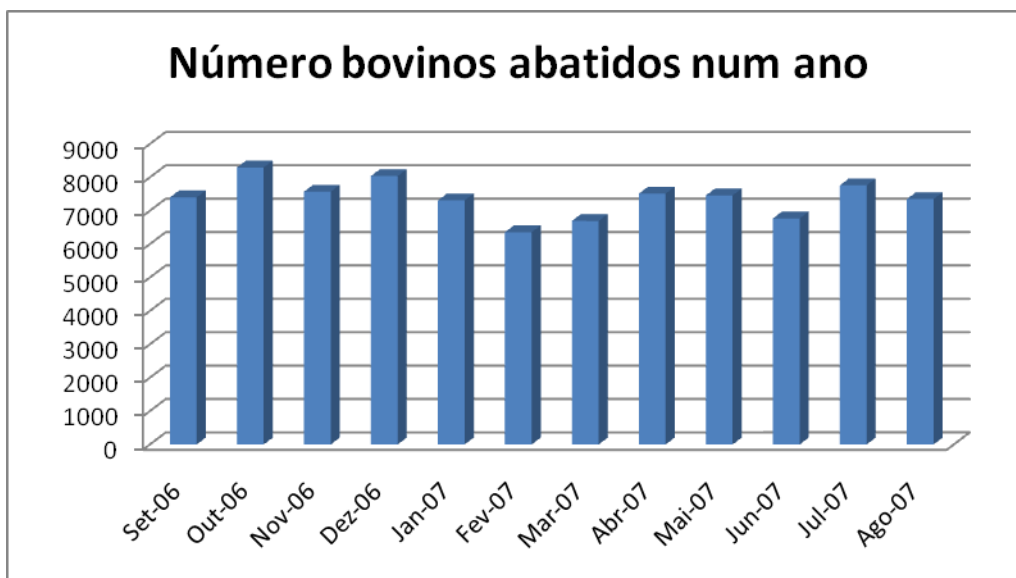


Figura 3.2 - Número de bovinos abatidos num ano na região do Grande Porto (Direcção de Serviços Veterinários da Região Norte)

3.2.3 Caracterização de carcaças de bovinos

Segundo a Direcção de Serviços Veterinários da Região Norte (DSVRN), as características do animal e consequentemente da carcaça são bastante diferentes entre as diversas raças de bovinos para além de serem dependentes da idade do animal.

A classificação de carcaças de bovinos rege-se em Portugal pelo Decreto Lei nº 168/98 de 25 de Junho. A regulamentação comunitária em vigor incluída no texto deste Decreto Lei é referida em anexo do mesmo.

Actualmente o regulamento CEE nº1026/91 de 22 de Abril permite a classificação e tipificação de carcaças de bovinos segundo métodos subjectivos feitas por técnicos treinados e licenciados.

O sistema europeu de classificação SEUROP é composto por avaliações de maturidade, grupo sexual, acabamento de gordura e conformação (regulamento CEE nº1026/91).

Em relação à maturidade os animais são separados em cinco grupos diferentes de 1 (mais novo) até 5 (mais velho), através da avaliação dos ossos e cartilagens da carcaça. Essa separação está representada na tabela 3.2 (regulamento CEE nº1026/91).

Tabela 3.2 - Classes de maturidade de bovinos (regulamento CEE nº1026/91)

Maturidade	Observações
1	Presença de cartilagem na parte dorsal do processo espinhoso e vasos sanguíneos claramente reconhecíveis.
2	Início do processo de ossificação com a presença de depósitos puntiformes, os vasos sanguíneos ainda permanecem visíveis.
3	Processo de ossificação em desenvolvimento.
4	Processo de ossificação em estado avançado.
5	Completa ossificação da cartilagem da parte dorsal do processo espinhoso.

Em relação ao sexo, existem 6 grupos sexuais que estão identificados na tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Grupos sexuais do sistema EUROP de bovinos (regulamento CEE nº1026/91)

Categoria	Observações
JR	Macho ou fêmea ainda em fase de crescimento, com carcaças pesando mais de 150 kg.
A	Macho inteiro com desenvolvimento completo, onde já se pode observar o início da ossificação nas 4 primeiras vértebras torácicas.
B	Macho inteiro com desenvolvimento completo - touro.
C	Macho castrado com desenvolvimento completo - novilho.
D	Fêmea parida com desenvolvimento completo - vaca.
E	Fêmea com desenvolvimento completo - novilho.

Existem ainda 5 classes de gordura que estão representadas na tabela 3.4. Estas classes são as que mais interessam para o estudo (Cordeiro, 2008).

Tabela 3.4 - Classes de gordura de bovinos (regulamento CEE nº1026/91)

Categoria	Descrição	Informações Adicionais
1 Muito fraca (10%)	Gordura de cobertura inexistente a muito fraca.	Sem depósito de gordura dentro da cavidade torácica.
2 Fraca (10 a 15%)	Gordura escassa; musculatura visível na carcaça inteira.	Os músculos inter-costais estão visíveis.
3 Média (15 a 20%)	Somente os músculos da perna e da paleta visíveis; carcaça coberta com gordura; pouca gordura interna.	Os músculo inter-costais permanecem visíveis.
4 Forte (20 a 25%)	Maior cobertura de gordura; alguns depósitos de gordura interna (cavidade torácica).	As veias de gordura da coxa são salientes; os músculos inter-costais podem estar cobertos por faixas de gordura.
5 Muito forte (+25%)	Total cobertura com gordura; grandes depósitos de gordura interna (cavidade torácica).	Perna coberta com camada de gordura, músculos inter-costais cobertos de gordura.

Existem ainda 5 classes de conformação que estão representadas na tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Classes de conformação do sistema SEUROP de bovinos (regulamento CEE nº1026/91)

Classe	Descrição
S (Superior)	Todos os perfis extremamente convexos; desenvolvimento muscular excepcional com duplos músculos.
E (Excelente)	Perfis variando de convexo a muito convexo; Desenvolvimento muscular excepcional.
U (Muito Boa)	Perfis em geral convexos; forte desenvolvimento muscular.
R (Boa)	Perfis em geral rectos; bom desenvolvimento muscular.
O (Razoável)	Perfis variando de rectilíneos a côncavos; desenvolvimento muscular médio.
P (Medíocre)	Perfis côncavos a muito côncavos; reduzido desenvolvimento muscular.

Quanto às classes de conformação, o relatório anual de 2007 da Direcção Geral de Veterinária respeitante à classificação de bovinos, permite verificar qual a distribuição dos animais em Portugal. O gráfico da figura 3.3 ilustra a distribuição por classes de conformação SEUROP de bovinos abatidos no ano de 2007 em Portugal, podendo concluir-se que a maioria dos animais pertence às classes de conformação R e O.

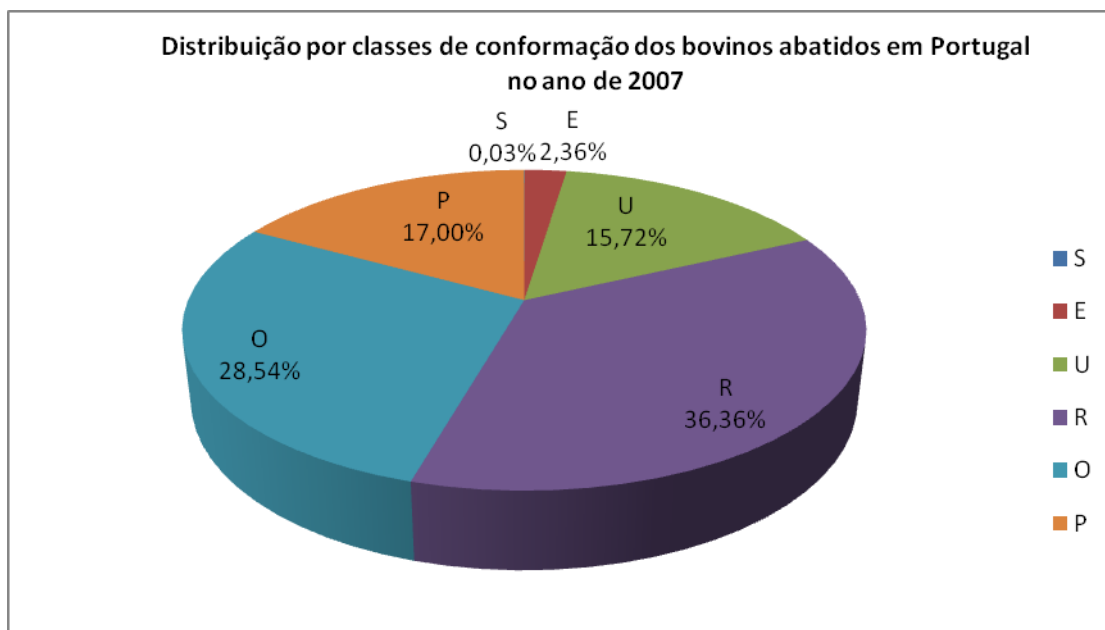


Figura 3.3 - Distribuição por classes de conformação SEUROP de bovinos abatidos no ano de 2007 em Portugal

Quanto às classes de gordura, o Relatório Anual de 2007 da Direcção Geral de Veterinária respeitante à classificação de carcaças de bovinos, permite verificar qual a distribuição das carcaças em Portugal. A figura 3.4 ilustra a distribuição por classes de gordura das carcaças de bovinos abatidos no ano de 2007 em Portugal, podendo concluir-se que a maioria dos animais pertence às classes de gordura 2 e 3. Segundo Carlos Bastos, da Divisão de intervenção Veterinária da Porto, a maioria das carcaças abatidas na Região do Grande Porto segue a mesma tendência e classifica-se também nas classes 2 e 3.

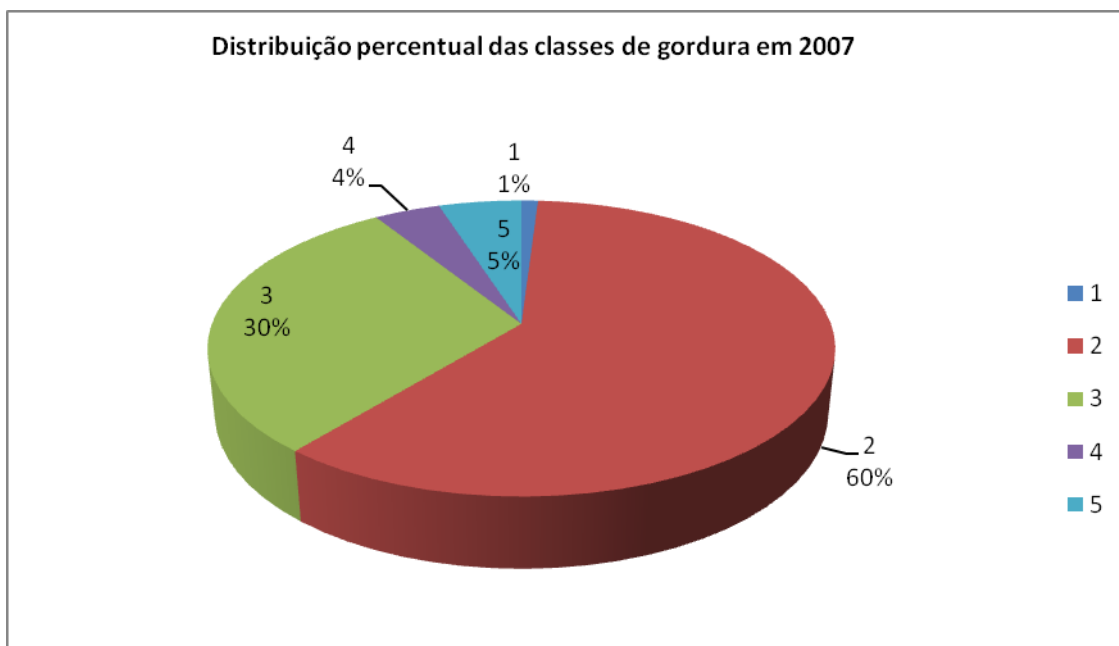


Figura 3.4 - Distribuição percentual das classes de gordura de bovinos abatidos no ano de 2007 em Portugal

Segundo a Divisão de intervenção Veterinária do Porto, o peso médio da carcaça de bovino na zona Norte do país é de 230 kg a 240 kg sendo os animais abatidos cada vez mais novos e mais leves. A gordura potencial para a produção de biodiesel num bovino corresponde à gordura de cobertura, o chamado sebo, retirada de cada animal na altura da desmancha.

Segundo a mesma fonte, a maioria das carcaças de bovino abatidos na Região do Grande Porto são da classe 2 e 3 de gordura, isso implica que têm entre 10% a 20% de gordura, ou seja a gordura da carcaça com potencial para a produção de biodiesel na Região do Grande Porto corresponde a cerca de 35 kg de sebo por carcaça (considerando uma percentagem média de 15% de gordura e um peso médio de carcaça de 235 kg). De referir que, segundo a Divisão de intervenção Veterinária do Porto, o sebo quantificado neste estudo vai apenas contemplar a gordura de cobertura, não entrando em conta com vísceras, ossos ou resíduos.

3.3 Suínos

Segundo o veterinário da Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia, o porco é um animal onde tudo pode ser aproveitado. Para consumo directo temos a carne, rins, "mãos", "pés", cauda e o couro (para torresmos), para a indústria de salsicharia vão a maior parte das víscera. A banha pode ser utilizada para a culinária e até as cerdas se podem aproveitar para o fabrico de escovas de dentes.

3.3.1 Consumo de carne de suíno

A carne de suíno é a mais consumida no mundo, com um consumo anual de 15,9 kg/pessoa, seguida da carne de aves (12,1 kg/p) e de bovino (9,8 kg/p), e segundo as previsões até 2015, continuará a aumentar chegando aos 17,9 kg /pessoa. (Relatório "Suínos e Transformados" DRAEDM, 2006).

Na Europa o consumo *per capita* é bastante superior, 44 kg/pessoa, sendo o consumidor espanhol, dinamarquês, austríaco e alemão os que mais carne de suíno comem por ano (entre 55 e 65 kg /pessoa e ano)(Relatório "Suínos e Transformados" DRAEDM, 2006)

Portugal com elevada tradição no consumo de carne de porco, situa-se na média Europeia, e no sexto lugar com um consumo *per capita* de 43,5 kg/pessoa (2002) (Relatório "Suínos e Transformados" DRAEDM", 2006).

3.3.2 Produção e Abate de Suínos em Portugal

A tabela 3.1 dá-nos as alterações das explorações e dos efectivos, ocorridas entre 1989 e 1999, segundo o último Recenseamento Geral da Agricultura (RGA), nas regiões agrárias do continente. A região Entre Douro e Minho (onde está inserida a Região do Grande Porto) representava, em 1999, 21 % do total das explorações do continente e apenas 5 % do total do efectivo, quando dez anos antes tinha os seguintes pesos: 22% e 6% respectivamente. Contudo, a evolução da região foi negativa com uma quebra nas explorações de 49% e de 23% no efectivo (Relatório "Suínos e Transformados" DRAEDM", 2006).

Tabela 3.6 - Explorações e Número de Efectivos suínos segundo o Resenceamento Geral da Agricultura de 1989 e de 1999 (Relatório "Suínos e Tranformados" DRAEDM", 2006).

Região	Nº explorações				Nº animais			
	1989	%	1999	%	1989	%	1999	%
Entre Douro e Minho	49 824	22	25 324	21	151 059	6	116 602	5
Trás-os-Montes	23 960	11	14 872	12	75 500	3	63 261	3
Beira Litoral	83 269	37	48 219	40	503 875	21	475 420	20
Beira Interior	18 233	8	10 744	9	84 666	4	71 047	3
Ribatejo e Oeste	25 510	11	10 993	9	1 144 756	48	1 072 748	46
Alentejo	13 718	6	7 355	6	346 559	15	466 228	20
Algarve	7 638	3	4 174	3	73 818	3	67 558	3
Continente	222 152	100	121 681	100	2 380 233	100	2 332 864	100

Segundo a DRAEDM, apesar de a região Entre Douro e Minho não ser das maiores regiões produtoras tem uma importante capacidade de abate e transformação instalada.

Na região Entre Douro e Minho existem 28 matadouros licenciados de suínos, 28 entrepostos comerciais e 94 salas de transformação de carne. A proveniência dos animais e/ou carcaças processados nestes matadouros, resulta não só dos abates na região como do sul do país, Espanha e resto da Europa. Parte importante da qualidade da carne de suíno é determinada pelos agentes que operam na região. Aqui incluem-se os operadores do sector dos transportes de animais, matadouros, transporte de frio, salas de desmancha e de transformação.

Em relação à região do Grande Porto os dados relativos aos abates de suínos, obtidos através da Direcção de Serviços Veterinários da Região Norte, para o período de um ano entre Setembro de 2006 e Agosto de 2007, estão apresentados na figura 3.5, perfazendo um total de 951 004 animais.

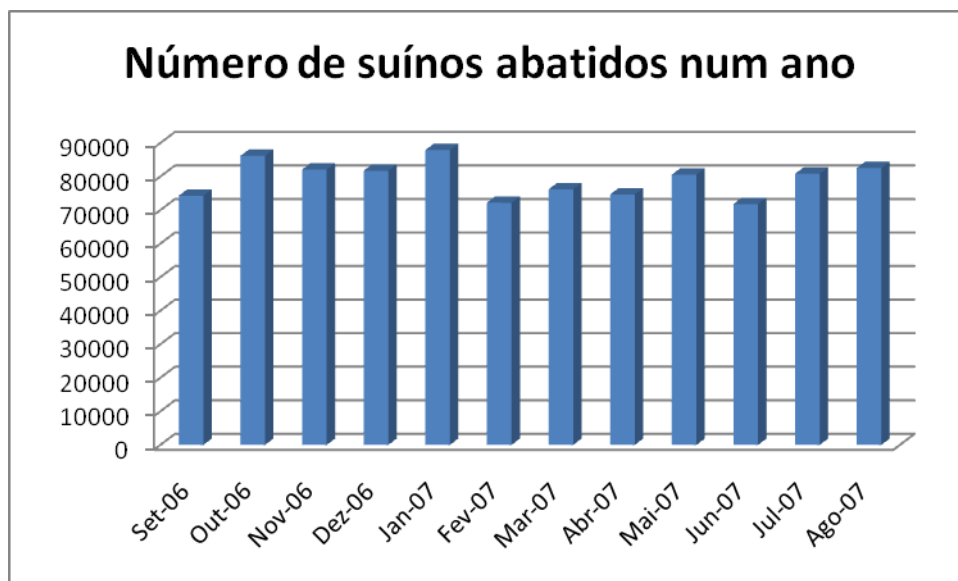


Figura 3.5 - Número de suínos abatidos num ano na região do Grande Porto (Direcção de Serviços Veterinários da Região Norte)

3.3.3 Classificação da carcaça de suínos

Até à década de 50, a produção de suínos quer do tipo caseiro, quer do tipo intensivo, tinham como fonte alimentar o montado, e os porcos caracterizavam-se por terem bastante peso e um elevado teor de gordura (30% de carne) (Pablo, 2006).

Com o objectivo de melhorar as transacções comerciais e estimular a produção de porcos de qualidade, deu-se inicio a diversos estudos, criando um conjunto de parâmetros que consistiam, na prática, na combinação de uma avaliação objectiva da adiposidade e do peso, e de uma avaliação subjectiva do desenvolvimento muscular da carcaça (peças nobres). Foi assim possível arranjar uma classificação comercial e determinar-se o rendimento da carcaça, isso permitiu promover e valorizar as carcaças, traduzindo-se numa melhoria da saúde e bem estar animal, melhoria da qualidade da carne e um pagamento equitativo ao produtor. Essa classificação tem 5 classes (E_A , E_B , 1^a, 2^a e 3^a) e baseia-se no peso da carcaça e na espessura máxima de toucinho (em cm) (Pablo, 2006).

Por rendimento da carcaça entende-se a quantidade de carne comercializável. O rendimento depende do conteúdo do músculo estriado e da sua relação com a ossatura e a gordura. O esqueleto desenvolve-se mais cedo, seguido da musculatura e finalmente o tecido adiposo (Sainz, 2001).

Com a adesão de Portugal à União Europeia (UE), e para poder fazer parte desse grupo, Portugal teve que adoptar as suas regras, os seus regulamentos, ou seja, criar um novo

sistema de classificação que determinasse objectivamente a qualidade da carcaça, com vista a eliminar o carácter subjectivo de apreciação existente na anterior grelha.

A classificação de carcaças de suínos rege-se em Portugal pelo Decreto Lei nº 168/98 de 25 de Junho. A regulamentação comunitária em vigor incluída no texto deste Decreto Lei é referida em anexo do mesmo.

O Regulamento CEE 3220/84 e a sua nova redacção Regulamento CEE 3513/93 estabelecem a tabela Comunitária de classificação de carcaças e o Regulamento CEE 2967/85 estabelece as modalidades de aplicação da grelha comunitária de classificação de carcaças de suínos. A tabela 3.7 apresenta a classificação EUROP de carcaças de suínos, separando as diversas classes pela percentagem de carne magra estimada em percentagem do peso da carcaça

Tabela 3.7 - Classificação EUROP de carcaças de suínos (retirada do Regulamento CEE 3513/93)

Carne magra estimada em percentagem do peso da carcaça	Classe
> 55	E
De 50 a menos de 55	U
De 45 a menos de 50	R
De 40 a menos de 45	O
Menos de 40	P

Assim, à semelhança de outros Países da UE, Portugal teve um período transitório para fazer os estudos com vista à determinação da percentagem de carne magra, cabendo a cada país membro a liberdade de aplicar novos métodos de classificação.

Na sequência desses estudos Portugal introduziu uma nova classe de 60% ou mais de carne magra designada pela letra S, ficando então vigente em Portugal a classificação S-EUROP. A tabela 3.8 mostra a nova classe e a correspondência entre a classificação comercial portuguesa e a classificação da União Europeia (Pablo,2006).

Em Janeiro de 1989 a maioria dos Estados membros tinha já adoptado o novo sistema de classificação. Portugal optou pelos aparelhos de medição objectiva semi automáticos, já muito divulgados noutros Países, sendo a sua aplicação iniciada em Junho de 1998 e com carácter obrigatório através do Dec-Lei nº 168/98 de 25 de Junho.

Tabela 3.8 - Correspondência entre a classificação comercial portuguesa e a classificação SEUROP

Classificação Portuguesa	Rendimento(%)	CEE
E _A	60	S
	55	E
	50	U
E _B	45	R
1 ^a	40	O
2 ^a	35	P
3 ^a		

Segundo Carlos Bastos da DIVP, a maioria das carcaças abatidas em Portugal classifica-se nas categorias S e E da classificação SEUROP, o que denota a elevada qualidade das carcaças, tendo em conta os critérios do mercado de carne dos sistemas intensivos - obtenção de elevada percentagem de carne magra. Quanto maior a percentagem de carne magra mais elevado é o preço.

As carcaças classificadas entre R e P (menos de 10 % do total das carcaças) pertencem aos animais provenientes de sistemas tradicionais ou menos competitivos, nos quais é difícil determinar os genótipos, onde podemos encontrar o porco Bísaro (Relatório "Suínos e Transformados" DRAEDM, 2006).

Em geral as carcaças provenientes de sistemas intensivos apresentam menor qualidade tecnológica (exsudação, deficiências na cor e na consistência) e organoléptica, apresentando elevadas perdas de água. No caso Português verifica-se que a carne proveniente dos suínos tradicionais possui normalmente superior qualidade tecnológica e organoléptica, assim como maior poder bacteriostático e de conservação. As carcaças de porco Bísaro ou cruzadas com ele, têm hoje uma procura bastante forte pelo que é natural que a sua produção seja aumentada uma vez que a oferta ainda é limitada (Relatório "Suínos e Transformados" DRAEDM", 2006).

O peso médio da carcaça na zona Norte do país é de 75 kg a 80 kg (na zona Sul o peso médio das carcaças é superior).

A gordura potencial para a produção de biodiesel num suíno corresponde à gordura da carcaça mais a banha retirada de cada animal na altura da desmancha.

De acordo com os dados recolhidos junto da Divisão de intervenção Veterinária do Porto, a maior parte das carcaças de suíno na Região Norte de Portugal, e por conseguinte na Região do Grande Porto, são da classe S, o que implica que têm um rendimento percentual de 60%, os outros 40% são constituídos por ossos, gordura e couros. Segundo a mesma fonte, dos 40%, 30% correspondem a osso e 10% a gordura e couros (o couro pode ser fundido constituindo também gordura). Esses 10% correspondem à gordura da carcaça com potencial para a produção de biodiesel, ou seja, para a zona Norte do país a carcaça de cada animal corresponde a cerca de 7,8 kg de gordura disponível (considerando um peso médio de carcaça de 78 kg). Para além da gordura da carcaça também a banha (que não faz parte da carcaça) pode ser utilizada como matéria prima na produção de biodiesel. Dados fornecidos por Carlos Bastos da DIVP indicam que cada animal na zona Norte do país fornece em média um quilo de banha. Assim conclui-se que por cada animal abatido na zona Norte do país tem-se em média 8,8 kg de gordura com potencial para a produção de biodiesel.

3.4 Aves

3.4.1 Consumo de Carne de Aves

O consumo *per capita* em Portugal foi de 23,8 kg em 2002, valor sensivelmente idêntico ao da Europa a 15 (Relatório "Ovos e Aves" DRAEDM, 2006).

O objecto do estudo centra-se apenas nos frangos de carne.

3.4.2 Produção e Abate de Frangos de Carne em Portugal

A tabela 3.9 dá-nos as alterações das explorações e dos efectivos relativas a frangos de carne, ocorridas entre 1989 e 1999, segundo o último Recenseamento Geral da Agricultura, nas regiões agrárias do continente. A região Entre Douro e Minho (onde está inserida a Região do Grande Porto) representava, em 1999, 29% do total das explorações do continente e 9% do total do efectivo, quando dez anos antes tinha os seguintes pesos: 30% e 14% respectivamente. Contudo, a evolução da região foi negativa com uma quebra nas explorações de 41% e de 12% no efectivo.

O RGA permite concluir que a região Entre Douro e Minho apresentou uma ligeira quebra tanto no número de explorações como no número de animais. A grande concentração de produção de frangos de carne da Região Entre Douro e Minho localiza-se em Guimarães e a região possui capacidade suficiente de abate.

Tabela 3.9 - Explorações e Efectivos de frangos de carne segundo o RGA de 1989 e de 1999 (Relatório “Ovos e Aves” DRAEDM, 2006).

Região	Nº explorações				Nº animais			
	1989	%	1999	%	1989	%	1999	%
Entre Douro e Minho	75 553	30	44 747	29	2 538 551	14	2 245 509	9
Trás-os-Montes	31 431	12	19 502	13	182 443	1	301 838	1
Beira Litoral	64 492	25	41 496	27	8 101 771	46	11 006 619	44
Beira Interior	22 172	9	12 002	8	304 309	2	244 065	1
Ribatejo e Oeste	34 969	14	17 363	11	6 335 167	36	9 710 681	39
Alentejo	15 286	6	9 598	6	126 135	1	1 615 145	6
Algarve	10 087	4	7 494	5	190 799	1	60 815	0
Continente	253 990	100	152 202	100	17 779 175	100	25 184 672	100

Em relação à Região do Grande Porto as dados relativos aos abates de frangos, obtidos através da Direcção de Serviços Veterinários da Região Norte, para o período de um ano entre Setembro de 2006 e Agosto de 2007, estão apresentados na figura 3.6, perfazendo um total de 17 065 925 unidades.

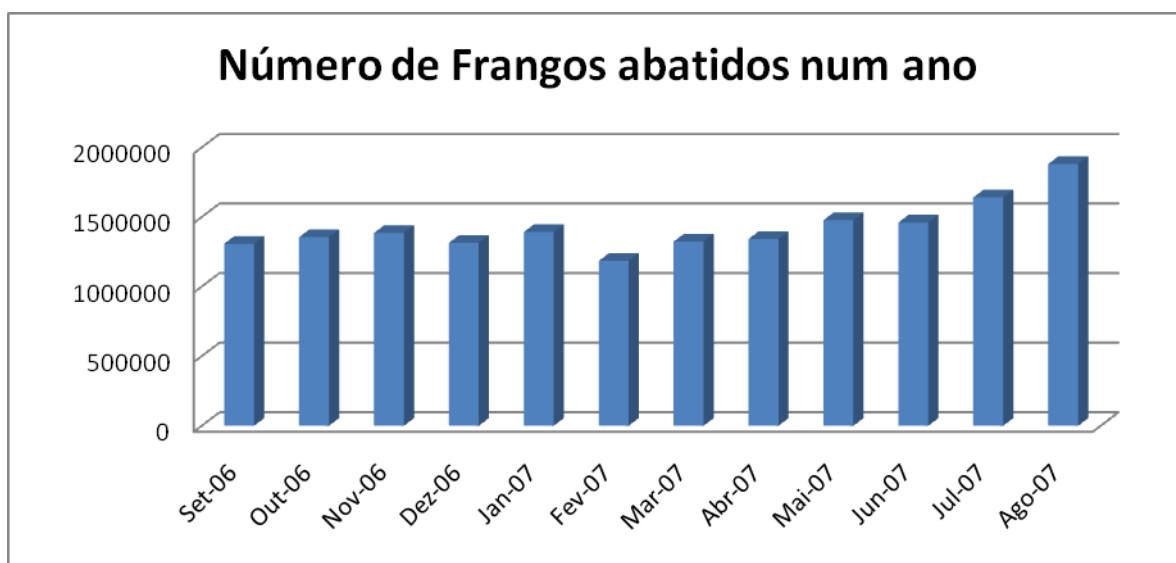


Figura 3.6 - Número de frangos abatidos num ano na Região do Grande Porto.

3.4.3 Caracterização da Gordura de Frango

No abate dos frangos são descartadas as penas, vísceras não comestíveis, sangue, ossos e resíduos. A tabela 3.10 mostra as percentagens relativas a cada uma dessas partes (Gomes *et al*, 2008).

Tabela 3.10 - Partes descartadas no abate de frangos (com 45 dias de idade) incluindo corte e desossagem.

Parte	%
Sangue	2,368
Penas	6,335
Vísceras não comestíveis	7,290
Quebras (ossos e resíduos)	14,007

Da tabela podemos concluir que existe uma quebra de 30% do peso do frango vivo. Destes resíduos gerados foi determinado o teor de gordura conforme método padrão do laboratório nacional de referência agropecuária do Brasil (Gomes *et al*, 2008). Desses 30% de resíduos obtém-se 11% de gordura (Gomes *et al*, 2008).

O peso médio dos frangos de carne abatidos, tem vindo a diminuir nos últimos anos, devido ao aumento do consumo de “Frangos da Guia” que são frangos pequenos. Segundo a Divisão de Intervenção Veterinária do Porto, actualmente, o peso médio de um frango vivo na Região do Grande Porto é de 1,5 kg. Assim sendo dos 450g de partes de frango descartadas consegue-se obter pelo menos 50 g de gordura por animal com potencial para a produção de biodiesel.

3.5 Processo de fabricação de biodiesel a partir de gordura bovina, suína e frango

A produção de biodiesel, tal como referido anteriormente, é usualmente realizada através de um processo de transesterificação. Este processo consiste na transformação de uma gordura ou óleo animal em produtos químicos conhecidos por monoésteres de cadeia longa os quais são usualmente conhecidos por biodiesel (Cunha, 2008).

Biodiesel a partir de Sebo Bovino

No processo laboratorial, o biodiesel metílico é produzido a partir de 100 g de sebo bovino com razão molar sebo: metanol 1:5,0; 1,5 % de KOH; 1 hora de agitação, 70° C e 926 rpm. O catalisador é preparado adicionando o KOH ao álcool (metanol) com agitação magnética à temperatura ambiente. Em seguida, adiciona-se esta solução a 100 g de óleo sob agitação mecânica e deixa-se reagir até a separação das fases. Retira-se o excesso de álcool por destilação sob pressão reduzida e transfere-se a mistura ésteres/glicerol para um funil de decantação, permanecendo em repouso por 12 horas. Em seguida faz-se a separação das fases e a lavagem da fase leve. Na primeira lavagem utiliza-se uma solução de HCl 0,1 M e depois água até obter um pH de 7,0. Após a secagem e filtração do biodiesel efectuam-se as análises físico-químicas (Moura *et al*, 2007).

Biodiesel a partir de Gordura Suína

O rendimento máximo obtém-se quando a operação de transesterificação é realizada com gordura suína, etanol e etóxido de sódio por um período de 3 horas a uma temperatura de 75°C (Tagliari *et al*, 2008).

No Departamento de Engenharia Química da FEUP tem sido estudado o rendimento do processo laboratorial de produção de biodiesel a partir de misturas de óleo de fritura e banha suína. Para este processo laboratorial, foram obtidos valores para o rendimento que variam entre os 81,7% e 88,0%, dependendo da percentagem (em peso) de banha suína incorporada na amostra. Para uma percentagem de 100%, o rendimento do processo ronda os 81,7%. (Dias *et al.*, 2008_r).

Biodiesel a partir de Gordura de frango.

O rendimento máximo obtém-se quando o processo laboratorial de transesterificação é realizado com metanol e hidróxido de potássio como catalisador (Gomes *et al*, 2008). Etapas da transesterificação: são preparadas amostras de gordura de frango, contendo 100 ml, medidos com o auxílio de uma proveta graduada, e variam-se as quantidades dos reagentes, álcool de 25 a 35% v/v e catalisador de 1,5 a 2,0 g. Primeiramente, medem-se as quantidades dos reagentes. O volume de metanol pode ser medido com o auxílio de uma proveta graduada e a massa de hidróxido de potássio pode ser determinada com o uso de uma balança. A mistura é transferida para um balão com 3 bocas, com condensador de refluxo, termómetro e porta de amostragem e levada para uma placa de aquecimento provida de sistema de

agitação magnética. O conjunto é aquecido a uma temperatura não superior a 60°C até completa dissolução do catalisador; de seguida é adicionada a amostra de óleo a ser transesterificada, mantendo o aquecimento com temperatura não superior a 60°C e constante agitação, por um período de 60 minutos, até completa reacção. Após o final da reacção, o conteúdo do balão é transferido para um funil de decantação, onde ocorre a separação do biodiesel e do glicerol por decantação. Após separarem-se as fases, procede-se a evaporação do excesso de metanol, para determinação dos rendimentos e análise do biodiesel produzido. (Gomes *et al*, 2008).

Determinação do rendimento

Depois de realizado o processo de transesterificação, e separadas as fases, biodiesel e glicerol, o biodiesel é aquecido novamente a uma temperatura para evaporação total do álcool utilizado. É arrefecido e novamente pesado, até peso constante. É feita uma relação directa entre o peso de gordura animal, utilizado no processo de transesterificação, e o peso resultante de biodiesel, após evaporação do excesso de álcool utilizado, calculando-se assim o rendimento do processo (Gomes *et al*, 2008).

Rendimentos dos processos laboratoriais de obtenção de biodiesel a partir de gordura bovina, gordura suína e gordura de frango.

Para o processo de obtenção de biodiesel metílico a partir de sebo bovino, os estudos e ensaios laboratoriais já desenvolvidos em diversos países até ao momento, apontam para um rendimento de biodiesel puro de 83,5% (Moura *et al*, 2007).

Para o processo laboratorial de obtenção de biodiesel a partir de gordura suína os estudos e ensaios já desenvolvidos no Brasil e em Portugal, até ao momento apontam para um rendimento de biodiesel puro entre 62% e 83% dependendo das condições de operação (Tagliari *et al.*, 2008, Dias *et al.*, 2008_r)

Para o processo laboratorial de obtenção de biodiesel a partir de gordura de frango estudos e ensaios já desenvolvidos no Brasil até ao momento, apontam para um rendimento de biodiesel puro entre 89,6% (Abreu *et al.*, 2007) e 95% (Gomes *et al.*, 2008) dependendo das condições de operação.

3.6 Quantificação das gorduras com potencial para a produção do biodiesel

O estudo foi efectuado para bovinos, suínos e frangos pois são os animais de maior consumo na realidade portuguesa e refere-se ao número de animais abatidos ao longo de um ano entre Setembro de 2006 e Agosto de 2007.

A quantidade de gordura e óleo que é obtida aquando do abate de cada tipo de animal depende da região que se considerar, uma vez que depende do seu peso médio e da qualidade da carcaça (Divisão Intervenção Veterinária do Porto). O peso e a qualidade podem variar de região para região. Utilizando as informações disponibilizadas pela Divisão de intervenção Veterinária, já referidas nos pontos 3.2, 3.3 e 3.4, obtiveram-se os valores de gordura para bovinos, suínos e frango, com toda a caracterização feita para a Região do Grande Porto, resumidos na tabela 3.11 e 3.12.

Tabela 3.11 - Pesos médios da carcaças de bovinos, suínos na Região do Grande Porto e correspondente quantidade de gordura disponível por espécie

Tipo Animal	Peso médio da carcaça na RGP (kg)	Gordura com potencial para a produção de biodiesel (kg)
Bovino	235	15% do peso da carcaça = 35
Suíno	78	10% do peso da carcaça + 1 kg banha = 7,8+1=8,8

Tabela 3.12 - Peso da frango vivo e quantidade de gordura disponível

Tipo Animal	Peso médio da ave viva (kg)	Gordura com potencial para a produção de biodiesel (kg)
Frango	1,5	0,05 (30% de resíduos=0,45kg dos quais 11% são gorduras)

Reunindo a informação sobre o número de abates referentes a bovinos, suínos e frangos na região do Grande Porto, durante o período de um ano, mais a informação sobre a quantidade de gordura que é possível obter de uma carcaça de cada tipo de animal abatido (bovino, suíno

e frango) foi possível determinar a quantidade anual disponível, entre Setembro 2006 e Agosto de 2007, de gorduras potencialmente utilizáveis na produção de biodiesel. A tabela 3.13 resume essa informação.

Tabela 3.13 - Número de animais abatidos e quantidade potencial de gordura disponível

Tipo de Animal	Número de animais abatidos de Set 2006 a Set 2007	Gordura com potencial para produção de biodiesel (por unidade) em kg	Quantidade disponível de gordura/óleo num ano (em kg)
Bovino	88 518	35	$3,1 \times 10^6$
Suíno	951 004	8,8	$8,4 \times 10^6$
Frango	17 065 925	0,050	$8,5 \times 10^5$

3.7 Avaliação do potencial de produção de biodiesel

Os rendimentos da produção de biodiesel a partir quer de gordura de frango quer de gordura bovina e suína correspondem a valores elevados, sendo que para a gordura de frango o rendimento varia entre 89,6% e 95%, para as gorduras de suíno o rendimento varia entre 62% e 83% e para as gorduras de bovino o rendimento ronda os 83,5% como já referenciado no ponto 3.5. Estes valores são resultado de várias experiências já realizadas em diferentes países com condições de experimentação semelhantes. A tabela 3.14 sumaria esses valores.

Tabela 3.14 - Rendimentos dos processos de produção de biodiesel a partir de óleos/gorduras animais

Óleo/gordura	Rendimento (%)
Sebo bovino	83,5
Gordura suína	62 - 83
Gordura de frango	89,6 - 95

Tendo como referência os valores de rendimento máximo é possível determinar o potencial de produção de biodiesel a partir de gorduras animais para a Região do Grande Porto. Estes resultados estão apresentados na tabela 3.15.

Tabela 3.15 - Potencial de produção anual de biodiesel na Região do Grande Porto (kg)

Matéria Prima	Quantidade disponível de gordura/óleo num ano	Potencial de produção anual de biodiesel
Sebo bovino	$3,1 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$
Gordura suína	$8,4 \times 10^6$	$7,0 \times 10^6$
Gordura de frango	$8,5 \times 10^5$	$8,1 \times 10^5$
Total:		10×10^6

4 Conclusões

A produção de biodiesel em Portugal é uma realidade necessária e em expansão. Traz ao país inegáveis vantagens sob o ponto de vista ambiental e económico, e o seu consumo é atractivo para a maioria dos cidadãos (Ferraz et al, 2007).

O Governo aprovou em 2005, a isenção dos Impostos dos Produtos Petrolíferos para biocombustíveis, como medida de desenvolver este combustível verde e de reduzir a dependência de Portugal face ao petróleo. A isenção de ISP era um dos principais incentivos aguardados pelos agentes económicos interessados em desenvolver a fileira dos biocombustíveis em Portugal, uma vez que têm um custo adicional de produção mais elevado do que os combustíveis fósseis, o que os torna menos competitivos.

As duas maiores empresas de biodiesel a operar em Portugal, produzem cerca de 200 mil toneladas por ano, que garantem o abastecimento de 3% do consumo nacional de combustíveis (Duarte, Franco, 2007). Ainda longe, porém dos 5,75% calendarizados pela directiva comunitária 2003/30/EU de 8 de Maio, à qual Portugal se encontra vinculado, que preconiza a substituição de combustíveis de origem fóssil por combustíveis alternativos. O objectivo desta directiva é não só reduzir a emissão de gases poluentes, tendo em vista o cumprimento do Protocolo de Quioto, mas também reduzir a dependência do sector dos transportes em relação ao petróleo.

Todo o biodiesel produzido em Portugal é produzido a partir de sementes (importadas a maior parte) ou a partir de óleos usados de fritura sendo vendido a companhias de distribuição de combustíveis para mistura com diesel fóssil .

Relativamente ao potencial de 10 mil toneladas anuais de biodiesel obtido a partir de gorduras animais, quantificado neste trabalho, este representa cerca de 5% do biodiesel total produzido em Portugal. Se este estudo fosse alargado a uma zona geográfica maior, como a zona de Entre Douro e Minho, este valor representaria uma percentagem mais significativa.

Os resultados apresentados neste trabalho encorajam pois, a utilização de gorduras animais para a obtenção de biodiesel. Estas gorduras poderão servir de matéria prima para empresas com projecto já em funcionamento com uma capacidade de produção da ordem do valor inventariado. Seria no entanto necessário proceder à adaptação do processo fabril à matéria prima em causa e garantir que o processo fosse economicamente competitivo.

Em relação ao custo da matéria prima, os óleos e gorduras animais representam uma opção bastante vantajosa para a produção de biodiesel uma vez que aproveitam resíduos

provenientes de processos de abate já existentes. Portanto a disponibilidade e o relativo baixo custo de obtenção em conjugação com as boas características do biodiesel obtido a partir de gorduras e óleos animais e o alto rendimento da produção em laboratório de biodiesel segundo as fontes indicadas, foram razões suficientes para a sua inventariação e posterior quantificação de potencial produção de biodiesel.

Segundo Rui Ribeiro, da consultora em bioenergia e biocombustíveis, Metacortex, "*...o nosso país nunca terá capacidade de produção de matérias-primas que satisfaçam a produção de biodiesel e bioetanol, devido à reduzida área agrícola. Haverá, sim, uma grande oportunidade para o país produzir biocombustível a partir de matéria-prima importada do estrangeiro, nomeadamente dos países de língua portuguesa, como o Brasil ou Moçambique.*" (Duarte, Franco,2007).

Nesta linha a matéria prima de origem animal, surge como uma alternativa viável, para atingir os objectivos preconizados pela directiva comunitária 2003/30/EU de 8 de Maio.

A produção de biodiesel a partir de gorduras animais pode contribuir para o volume total de biocombustíveis no país, permitindo ainda a resolução de problemas ambientais.

A massificação do consumo de biodiesel irá democratizar os recursos energéticos que deixarão de ser de meia dúzia de países e de outras tantas empresas, para passar a ser opção para a maioria dos países e para um grande número de empresas.

O governo português deverá criar mais incentivos e programas de apoio para as empresas que operam nesta área.

5 Avaliação do trabalho realizado

5.1 Objectivos Realizados

Este estudo centrou-se na quantificação de gorduras animais provenientes de bovinos, suínos e frangos com potencial para a produção de biodiesel na Região do Grande Porto, provenientes dos animais abatidos na região, permitindo assim obter uma estimativa da quantidade de biodiesel que será potencialmente possível produzir.

5.2 Limitações e Trabalho Futuro

O trabalho teve algumas limitações nomeadamente no acesso a dados referentes a resíduos animais, repartidos pelas diversas categorias, produzidos nos matadouros durante o abate dos animais.

A nível de desenvolvimento futuro considera-se interessante alargar o estudo a outros tipos de aves como os perús, uma vez que actualmente, segundo a Divisão de Intervenção Veterinária do Porto, esta carne apresenta um consumo apreciável. Seria de considerar também outros tipos de animais abatidos em matadouros, apesar do seu consumo mais reduzido.

Seria também interessante estender o estudo a toda a região Entre Douro e Minho uma vez que a grande concentração de produção de frangos de carne se localiza no concelho de Guimarães. A Região Entre Douro e Minho possui também grande capacidade de abate e transformação instalada quer para bovinos quer para suínos.

Considera-se fundamental efectuar um estudo sobre a viabilidade económica dos processos de produção de biodiesel a partir de gorduras animais nomeadamente a partir de frangos, suínos e bovinos.

Referências

- Albulescu, C.; Ionita, M.; Andrei, M., Development elements in biofuels research and industry, 1st Meeting of "Romanian Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform", *Calimanesti-Caciulata, Valcea, October, 2005*.
- Cordeiro, F., Curso de Classificação de Carcaças de Bovino, Direcção Geral de Veterinária, Lisboa, 2008.
- Cunha, M., Caracterização de Biodiesel Produzido com Misturas Binárias de Sebo Bovino, Gordura de Frango e Óleo de Soja, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Brasil, Março 2008.
- Decreto-Lei nº168/98 de 25 de Janeiro.
- Dermibas, A., Biodiesel from Vegetable Oils Via Catalytic and Non-catalytic Supercritical Alcohol Transesterifications and Other Methods: a survey. *Energy Covers. Manage.*, 44, 2093-2109, 2003.
- Dias, J.; Ferraz, M. C.; Almeida, M. F., Comparison of the performance of different homogeneous alkali catalysts during transesterification of waste and virgin oils and evaluation of biodiesel quality, *Fuel*, 87, 3572-3578, 2008_a.
- Dias, J.; Ferraz, M.C.; Almeida, M. F., Mixtures of vegetable oils and animal fat for biodiesel production: Influence on product composition and quality, *Energy & Fuels*, 22, 3889-3893, 2008_b.
- Dias, J.; Ferraz, M. C.; Almeida, M. F., Production of biodiesel from acid waste lard, *Bioresource Technology*, 2009_c.
- Dias, J.; Ferraz, M.C.; Almeida, M.F., Production of biodiesel from sunflower oil: comparison between homogeneous alkali catalysts, *Bioenergy: Challenges and Opportunities*, 249-255, Guimarães, Abril, 2008_d.
- Dias, J.; Ferraz, M. C.; Almeida, M. F., Comparison between biodiesel produced from sunflower oil and waste frying oil, *CHEMPOR 2008*, 1226-1231, Braga, Setembro 2008_e.

- Dias, J.; Ferraz, M.C.; Almeida, M. F., Using Mixtures of Waste Frying Oil and Pork Lard to Produce Biodiesel, World Congress on Science, Engineering and Technology, Veneza, Outubro, 2008.
- Directiva 2003/2003/30/UE de 8 de Maio de 2003.
- Duarte, C.; Franco, L., Utilização de Biocombustíveis na Europa Abaixo das Metas, Suplemento do Diário Económico nº 4236, Outubro 2007.
- Felizardo, P. M., Produção de Biodiesel a Partir de Óleos Usados de Fritura, Relatório de Estágio, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Outubro 2003.
- Ferraz, M.C.; Dias, J.; Almeida, M., Biodiesel: A energia que se planta, Villa da Feira, 17, 55-69, Outubro 2009.
- Gerpen, J.V., Biodiesel Production and Fuel Quality, Moscow, 2005_a.
- Gerpen, J.V., Biodiesel Processing and Production, Fuel Prod. Technol., 86, 1097-1107, 2005_b.
- Gomes, L.; Souza, S.; Bariccatti, R., Biodiesel Produzido com Gordura de Frango, Acta Sci Technol, Maringá, v. 39,n.1, p.57-62, 2008.
- Gomes, R. Manual do Biodiesel: Uma Energia Alternativa, Uma Solução Energética, Litexa Editora,2006.
- Guimarães, T., Biodiesel de Sebo Bovino, Revista Científica Electrónica Tecnociencia, 2008.
- <http://web.cena.usp.br/apostilas/Cerri/Seminarios/Sebo%20e%20biomassa.pdf> acessado em 9 de Maio de 2009.
- Kavalov, B., Biofuel Potentials in the EU, Institute for the Prospective Technological Studies, European Commission, Joint Research Centre, Report EUR 21012 EN, Janeiro 2004.
- Krause, L., Desenvolvimento do Processo de Produção de Biodiesel de Origem Animal, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Março 2008.
- Krawczyk, T., Biodiesel. Inform, 7, 801-822, 1996.
- Moura K.; Silva, F.; Brandão, K.; Souza, A.; Conceição, M., Estabilidade Térmica do Sebo Bovino e do Biodiesel Metílico e Caracterização Físico-química, I Congresso da Rede

Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Artigos Técnicos-Ciêntíficos, v. 1. p. 207-212, Brasília, 2006.

- Nogueira, L.A., Bioetanol de Cana-de-açúcar, Energia para o Desenvolvimento Sustentável, Organização BNDES e CGEE, 1ª edição, Rio de Janeiro, Novembro 2008.
- Norma europeia EN14214 de 14 Fevereiro de 2003
- Pablo, J.D., Curso de Classificação de Carcaças de Suíno, Direcção Geral de Veterinária, 2006.
- Portaria 13/2009, Diário da República de 13 de Janeiro de 2009
- Quintella, C. ; Teixeira, L.; Korn, M.; Neto, P.; Torres, E.; Castro, M.; Jesus,C., Cadeia do Biodiesel da Bancada à Indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para PDI, Química Nova, vol.32 nº3, São Paulo 2009.
- Recenseamento Geral da Agricultura 1999, Publicações Regionais - INE 2001.
- Regulamento CEE 3220 de 13 de Novembro de 1984.
- Regulamento CEE 2967 de 24 de Outubro de 1985.
- Regulamento CEE 1026 de 22 de Abril de 1991.
- Regulamento CEE 3513 de 5 de Dezembro de 1992.
- Regulamento CEE 1774 de 3 de Outubro de 2002.
- Relatório Anual de Classificação de Carcaças de Bovinos , Direcção de Serviços de Higiene Pública Veterinária, Divisão de Inspeção dos Produtos de Origem Animal, 2007
- Relatório "Aves e Ovos", Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, Julho 2006.
- Relatório "Carne de Bovino e Produtos Cárneos", Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, Julho 2006.
- Relatório "Suínos e Transformados", Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, Julho 2006.
- Sainz, R; Araujo F., Tipificação de Carcaças de Bovinos e Suínos, I Congresso Brasileiro de Ciencia e Tecnologia de Carne, São Pedro, SP, Outubro 2001.

- Santos, A., Produção de Bio-óleo a partir do Craqueamento Térmico de Gorduras Residuais Derivadas de Biomassa Animal e Vegetal, Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, Instituto de Química, 2007.
- Tagliari, L.; Magnago, R.; Silva, L., Biodiesel a partir de Gordura Suína e Etanol, XVI Encontro de Química da Região Sul, Blumenau, Novembro 2008.
- Teixeira, C., "Avaliação do Processo de Produção de Biodiesel de Óleo de Vísceras de Frango", CONAE - Conferência Internacional de Agroenergia, Paraná-Brasil, Dezembro 2006.
- Wardle, D.A., Global Sale of Green Air Travel Supported Using Biodiesel. Renew. Sust. Energy Rev, 7, 1-64, 2003.
- www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp, acessado em 26 de Junho 2008.
- www.biodiesel.gov.br/docs/relatoriofinal.pdf, acessado em 2 de Março de 2009.
- www.biodiesel.org, acessado em 24 de Abril de 2008 e 4 de Maio de 2009.
- www.biodieselbr.com, acessado em 23 de Abril 2008.
- www.biodieselbr.com/biodiesel/brasil/biodiesel-brasil.htm, acessado em 5 de Março de 2009.
- www.cfn.ist.utl.pt/conf_energia/files/21_10_Apresentacao.pdf, acessado em 27 de Março de 2009.
- www.ebb.eu.org, acessado em 12 de Junho de 2009.
- www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/02-03/biofuels/what_biodiesel.htm, acessado em 25 de Junho de 2008.
- www.fe.up.pt/si/projectos_geral.mostra_projecto?p_id=992, acessado em 2 de Julho de 2009.

Anexo 1 Classificação dos Subprodutos Animais

Regulamento (CE) 1774/2002 de 3 de Outubro (Adaptado)

Material de categoria 1

As matérias de categoria 1 incluem os subprodutos animais seguintes:

- Todas as partes do corpo, incluindo os couros e peles, de animais suspeitos de estarem infectados, ou que estejam confirmadamente infectados, com uma encefalopatia espongiforme transmissível (EET), animais abatidos no âmbito de erradicação de EET, animais de companhia, animais de jardim zoológico e animais de circo, animais utilizados para fins experimentais, animais selvagens suspeitos de estarem infectados com doenças transmissíveis.
- Matérias de risco especificadas enquanto tecidos susceptíveis de transmitir um agente infeccioso.
- Matérias de risco especificadas enquanto tecidos susceptíveis de transmitir um agente infeccioso.
- Produtos derivados de animais a que tenham sido administradas substâncias proibidas ou que contenham produtos perigosos para o ambiente.
- Todas as matérias animais recolhidas aquando do tratamento de águas residuais das unidades de transformação da categoria 1 e outras instalações em que sejam removidas matérias de risco especificadas.
- Restos de cozinha e de mesa provenientes de meios de transporte que efectuem transportes internacionais.
- Misturas de matérias da categoria 1 com matérias da categoria 2 ou matérias da categoria 3, ou ambas.

O manuseamento ou armazenagem intermédios das matérias da categoria 1 só serão efectuados em unidades intermédias da categoria 1 aprovadas e da mesma categoria. Recolhidas, transportadas e identificadas sem demora, estas matérias serão:

- Directamente eliminadas como resíduos por incineração numa unidade de incineração aprovada.
- Transformadas numa unidade de transformação aprovada mediante a aplicação de um método específico, sendo as matérias resultantes marcadas e, por fim, eliminadas como resíduos por incineração ou por co-incineração.

- Com exclusão das matérias provenientes de cadáveres de animais infectados (ou suspeitos de estarem infectados) com uma EET, transformadas mediante a aplicação de um método específico numa unidade de transformação aprovada, sendo as matérias resultantes marcadas e por fim eliminadas como resíduos por enterramento num aterro aprovado.
- No caso de restos de cozinha e de mesa, eliminados como resíduos por enterramento num aterro.

Matérias da categoria 2

As matérias da categoria 2 incluem os subprodutos animais seguintes:

- Chorume e conteúdo do aparelho digestivo.
- Todas as matérias animais com excepção das pertencentes à categoria 1 e recolhidas aquando do tratamento das águas residuais de matadouros.
- Produtos de origem animal que contenham resíduos de medicamentos veterinários e contaminantes cujas concentrações excedam os limites comunitários.
- Produtos de origem animal, com excepção das matérias da categoria 1, importados de países terceiros e que não cumpram os requisitos veterinários comunitários.
- Animais não pertencentes à categoria 1 que não tenham sido abatidos para consumo humano.
- Misturas de matérias da categoria 2 com matérias da categoria 3.

À excepção do chorume, o manuseamento e a armazenagem intermédios das matérias da categoria 2 só serão efectuados em unidades intermédias aprovadas e da mesma categoria.

Recolhidas, transportadas e identificadas sem demora, estas matérias serão:

- Directamente eliminadas como resíduos, por incineração numa unidade de incineração aprovada.
- Transformadas numa unidade de transformação aprovada mediante um método específico, sendo as matérias resultantes marcadas e, por fim, eliminadas como resíduos.
- No caso das matérias derivadas de peixe, ensiladas ou submetidas a compostagem.
- No caso do chorume, do conteúdo do aparelho digestivo, do leite e do colostro que não apresentem risco de propagação de uma doença transmissível, quer a) utilizadas sem transformação, como matéria-prima numa unidade de biogás ou numa unidade de compostagem, ou tratadas numa unidade técnica; quer b) espalhadas no solo.
- Utilizadas para realizar troféus de caça numa unidade técnica.

Matérias da categoria 3

As matérias da categoria 3 incluem os subprodutos animais seguintes:

- Partes de animais abatidos, próprias para consumo humano mas que, por motivos comerciais, não se destinem ao consumo humano.
- Partes de animais abatidos, rejeitadas como impróprias para consumo humano, mas não afectadas por quaisquer sinais de doenças transmissíveis.
- Couros e peles, cascos e cornos, cerdas de suíno e penas originários de animais abatidos num matadouro e declarados próprios para consumo humano depois de submetidos a uma inspecção ante mortem.
- Sangue obtido de animais não ruminantes que sejam abatidos num matadouro, declarados próprios para consumo humano depois de submetidos a uma inspecção ante mortem.
- Subprodutos animais derivados do fabrico de produtos destinados ao consumo humano, incluindo os ossos desengordurados e os torresmos.
- Restos de géneros alimentícios de origem animal, para além dos restos de cozinha e de mesa, que já não se destinem ao consumo humano, por motivos comerciais ou devido a problemas de fabrico ou embalagem.
- Leite cru originário de animais que não apresentem sinais clínicos de qualquer doença transmissível.
- Peixes ou outros animais marinhos, excepto os mamíferos marinhos, capturados no mar alto para a produção de farinha de peixe, bem como os subprodutos frescos de peixe provenientes de fábricas de produtos à base de peixe destinados ao consumo humano.
- Cascas de ovos originárias de animais que não apresentem sinais clínicos de qualquer doença transmissível.
- Sangue, couros e peles, cascos, penas, lã, cornos, pêlos e peles com pêlo originários de animais sãos.
- Restos de cozinha e de mesa não pertencentes à categoria 1.

O manuseamento ou armazenagem intermédios das matérias da categoria 3 só serão efectuados em unidades intermédias aprovadas e da mesma categoria. Recolhidas, transportadas e identificadas sem demora, estas matérias serão:

- Directamente eliminadas como resíduos por incineração numa unidade de incineração aprovada.
- Utilizadas como matéria-prima numa unidade de alimentos para animais de companhia.
- Transformadas mediante um método específico numa unidade aprovada de transformação, de produtos técnicos, de biogás ou de compostagem.
- Transformadas numa unidade de biogás ou submetidas a compostagem, caso se trate de restos de cozinha da categoria 3.
- No caso das matérias-primas provenientes de peixes, ensiladas ou submetidas a compostagem.

Anexo 2 Dados dos Matadouros da Região do Grande Porto

MATADOURO MACMAI

	BOVINOS	PEQ. RUM.
Set-06	329	2243
Out-06	429	2379
Nov-06	368	1676
Dez-06	400	6311
Jan-07	345	1517
Fev-07	339	1745
Mar-07	281	3975
Abr-07	359	4767
Mai-07	376	3510
Jun-07	278	5851
Jul-07	262	2809
Ago-07	0	0
Total	3766	36783

MAT. ARTUR FONSECA E FILHOS

	SUÍNOS
Set-06	4026
Out-06	4598
Nov-06	4019
Dez-06	3687
Jan-07	4023
Fev-07	3470
Mar-07	3713
Abr-07	4129
Mai-07	4236
Jun-07	3482
Jul-07	4181
Ago-07	3698
Total	47262

IRMÃOS VIEIRA, LDA

	SUÍNOS
Set-06	0
Out-06	0
Nov-06	0
Dez-06	0
Jan-07	475
Fev-07	818
Mar-07	1249
Abr-07	1217
Mai-07	1484
Jun-07	1271
Jul-07	1401
Ago-07	1535
Total	9450

**MATADOURO
QUINTAS E
QUELHAS**

	SUÍNOS
Set-06	2141
Out-06	2390
Nov-06	2153
Dez-06	1958
Jan-07	2248
Fev-07	1878
Mar-07	2035
Abr-07	1976
Mai-07	2183
Jun-07	1862
Jul-07	2204
Ago-07	1899
Total	24923

MATADOURO SALPICARNE

	SUÍNOS
Set-06	2407
Out-06	2661
Nov-06	2225
Dez-06	1840
Jan-07	2322
Fev-07	1824
Mar-07	1747
Abr-07	1990
Mai-07	2038
Jun-07	2080
Jul-07	2372
Ago-07	2642
Total	26148

GADELHO E FILHOS

	LEITÕES
Set-06	3870
Out-06	4418
Nov-06	5015
Dez-06	6293
Jan-07	4280
Fev-07	4065
Mar-07	5509
Abr-07	4874
Mai-07	5578
Jun-07	5807
Jul-07	5654
Ago-07	7176
Total	62539

MATADOURO PETIZ

	BOVINOS	PEQ. RUM.	SUÍNOS	LEITÕES
Set-06	543	41	1296	347
Out-06	612	114	1661	296
Nov-06	528	51	1317	488
Dez-06	587	331	1172	961
Jan-07	557	39	1354	349
Fev-07	444	49	1083	260
Mar-07	448	133	1034	350
Abr-07	528	329	1248	544
Mai-07	471	159	1198	511
Jun-07	434	525	1113	719
Jul-07	556	112	1321	575
Ago-07	475	207	1293	942
Total	6183	2090	15090	6342

MATADOURO CARNAGRI

	BOVINOS	PEQUENOS RUMINANTES	SUÍNOS	LEITÕES
Set-06	2418	3217	2767	344
Out-06	2538	3352	3143	243
Nov-06	2232	3649	2479	231
Dez-06	2324	17640	2383	202
Jan-07	2089	2805	2888	225
Fev-07	1801	3655	2091	86
Mar-07	1975	9520	2115	234
Abr-07	2132	7306	2129	333
Mai-07	2080	4405	2425	459
Jun-07	1959	9335	2284	470
Jul-07	2245	4948	2549	407
Ago-07	2164	4971	2125	411
Total	25957	74803	29378	3645

MATADOURO CENTRALCARNES

	BOVINOS	PEQ. RUM.	SUÍNOS
Set-06	1620	1337	24763
Out-06	2035	2773	30537
Nov-06	1777	2307	29387
Dez-06	1816	9451	32801
Jan-07	1560	2004	32792
Fev-07	1269	1824	27196
Mar-07	1286	2726	28987
Abr-07	1466	6277	25435
Mai-07	1386	1583	27999
Jun-07	1257	1901	24784
Jul-07	1698	2131	27703
Ago-07	1660	2833	28802
Total	18830	37147	341186

MATADOURO IZICAR

	BOVINOS	PEQ. RUM.
Set-06	1669	52
Out-06	1764	274
Nov-06	1912	289
Dez-06	1953	953
Jan-07	1935	178
Fev-07	1791	189
Mar-07	2002	482
Abr-07	2161	833
Mai-07	2341	293
Jun-07	2059	317
Jul-07	1993	449
Ago-07	2203	191
Total	23783	4500

MATADOURO UNIAGRI II

	BOVINOS	PEQ. RUM.	SUÍNOS	LEITÕES
Set-06	822	3425	4719	351
Out-06	917	3937	5420	384
Nov-06	753	3424	5380	719
Dez-06	960	12938	4767	1317
Jan-07	824	3384	5231	525
Fev-07	712	3116	3824	564
Mar-07	703	4650	3414	654
Abr-07	868	5917	4188	729
Mai-07	805	3020	3882	940
Jun-07	782	5548	3670	802
Jul-07	1007	3814	4146	453
Ago-07	846	4376	4386	731
Total	9999	57549	53027	8169

**MATADOURO
GAMIL**

	SUÍNOS	PEQUENOS RUMINANTES	LEITÕES
Set-06	691	13083	313
Out-06	735	14905	420
Nov-06	689	17058	434
Dez-06	1574	12817	886
Jan-07	543	14386	571
Fev-07	384	13503	391
Mar-07	1326	10639	449
Abr-07	1054	10530	582
Mai-07	264	10243	491
Jun-07	358	6542	522
Jul-07	141	7819	273
Ago-07	213	8237	716
Total	7972	139762	6048

MATADOURO CARNEIRO E SALGUEIRINHO

	SUÍNOS	LEITÕES
Set-06	4075	1385
Out-06	4620	892
Nov-06	4424	1205
Dez-06	4462	2193
Jan-07	4692	921
Fev-07	3952	1379
Mar-07	4028	1603
Abr-07	4419	1710
Mai-07	4597	1366
Jun-07	4273	1341
Jul-07	4999	2060
Ago-07	4856	2017
Total	53397	18072

**MATADOURO
FRANCISCO
CARNEIRO E FILHOS**

	SUÍNOS
Set-06	3037
Out-06	3069
Nov-06	3099
Dez-06	2913
Jan-07	3168
Fev-07	2637
Mar-07	2763
Abr-07	2712
Mai-07	2956
Jun-07	2640
Jul-07	3114
Ago-07	3217
Total	35325

**MATADOURO
LABRUGE**

	SUÍNOS
Set-06	4239
Out-06	4523
Nov-06	5001
Dez-06	3622
Jan-07	4234
Fev-07	3352
Mar-07	3578
Abr-07	3764
Mai-07	4084
Jun-07	3840
Jul-07	3539
Ago-07	4853
Total	48629

MATADOURO PORMINHO

	SUÍNOS
Set-06	7184
Out-06	8803
Nov-06	8224
Dez-06	8235
Jan-07	9608
Fev-07	7582
Mar-07	7814
Abr-07	8365
Mai-07	8598
Jun-07	7265
Jul-07	8122
Ago-07	7516
Total	97316

**MATADOURO
SEARA**

	SUÍNOS
Set-06	8023
Out-06	8719
Nov-06	8717
Dez-06	8006
Jan-07	8933
Fev-07	7474
Mar-07	7356
Abr-07	7528
Mai-07	9317
Jun-07	8071
Jul-07	9711
Ago-07	9701
Total	101556

**MATADOURO
AVIBUR**

	Frangos
Set-06	112550
Out-06	134800
Nov-06	123850
Dez-06	128500
Jan-07	144490
Fev-07	112920
Mar-07	136000
Abr-07	126800
Mai-07	150140
Jun-07	142816
Jul-07	130000
Ago-07	232900
Total	1675766

MATADOURO DAMASAVES

	Frangos
Set-06	8525
Out-06	9471
Nov-06	9184
Dez-06	7315
Jan-07	8846
Fev-07	7086
Mar-07	7861
Abr-07	9433
Mai-07	8941
Jun-07	7949
Jul-07	8788
Ago-07	11077
Total	104476

**MATADOURO
BELIAPE**

	Frangos
Set-06	585814
Out-06	573294
Nov-06	587945
Dez-06	573294
Jan-07	583638
Fev-07	492883
Mar-07	531379
Abr-07	566818
Mai-07	625430
Jun-07	643744
Jul-07	729226
Ago-07	734167
Total	7227632

MATADOURO FRANGNOR

Frangos	
Set-06	60266
Out-06	58872
Nov-06	67238
Dez-06	72853
Jan-07	78987
Fev-07	70223
Mar-07	79708
Abr-07	106021
Mai-07	101693
Jun-07	107085
Jul-07	154736
Ago-07	190548
Total	1148230

MATADOURO SAVINOR

Frangos	
Set-06	516272
Out-06	551081
Nov-06	557603
Dez-06	499204
Jan-07	535249
Fev-07	468401
Mar-07	539200
Abr-07	496997
Mai-07	540131
Jun-07	512838
Jul-07	560198
Ago-07	645740
Total	6422914

MATADOURO SOARES E SANTOS

Frangos	
Set-06	24842
Out-06	27536
Nov-06	39828
Dez-06	33614
Jan-07	40736
Fev-07	33072
Mar-07	29628
Abr-07	36076
Mai-07	50961
Jun-07	46162
Jul-07	57779
Ago-07	66673
Total	486907

MATADOURO BRACAR

SUÍNOS	
Set-06	4924
Out-06	5288
Nov-06	4967
Dez-06	4324
Jan-07	5383
Fev-07	4642
Mar-07	5022
Abr-07	4516
Mai-07	5313
Jun-07	4820
Jul-07	5329
Ago-07	5813
Total	60341