

# **A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NO MUNDO ATUAL: QUESTÕES-CHAVE PARA ANALISAR A SUA SUSTENTABILIDADE**

## **PRODUCTION AND CONSUMPTION OF BIOFUELS IN THE WORLD TODAY: KEY ISSUES TO ANALYSE ITS SUSTAINABILITY**

**Cláudia Caseiro**

Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional (e-GEO),  
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa  
claudia.caseiro@fcsh.unl.pt

### **Resumo**

Os biocombustíveis são combustíveis provenientes de matérias-primas naturais e renováveis, como óleos vegetais, plantas ricas em açúcares ou amidos, gorduras animais e óleos ou gorduras residuais, utilizados como substitutos do gásóleo e da gasolina. Esta alternativa ao combustíveis de origem fóssil tem sido apresentada como uma escolha atrativa, sobretudo, devido aos seus benefícios ambientais, dos quais se destacam o fato de ser biodegradável, não ser tóxico e a sua combustão reduzir a emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera. Contudo para se verificar a sustentabilidade de um produto não é suficiente analisar os impactos do seu consumo final, é necessário observar todo o seu ciclo de produção, desde a obtenção das suas matérias-primas. Neste sentido, este artigo pretende para além de caracterizar a produção e o consumo de biocombustíveis no Mundo, apresentar as questões-chave que devem ser ponderadas para analisar a sustentabilidade destes combustíveis.

**Palavras-chave:** Biocombustíveis. Ambiente. Energia. Biodiesel. Bioetanol.

### **Abstract**

Biofuels are fuels derived from natural and renewable raw materials such as vegetable oils, plants rich in sugars or starches, animal fat and residual oils or fats, which are used as substitutes for diesel and gasoline. This alternative to fossil fuels has been presented as an attractive choice, mainly due to its environmental benefits, among which its biodegradability, non-toxicity and reduced emissions of greenhouse gases into the atmosphere. However to verify the sustainability of a product is not enough analyze the impacts of its final consumption, it is necessary to observe the entire production cycle, since obtaining their raw materials. This way, this article intends not only to characterize the production and consumption of biofuels in the world, but also presenting the key issues that must be considered to analyze the sustainability of these fuels.

**Keywords:** Biofuels. Environment. Energy. Biodiesel. Bioethanol.

**Introdução**

O consumo de energia mundial tem vindo a crescer de forma contínua, acompanhando, de modo geral, o aumento da população e a industrialização dos países. Para suprir esse consumo, a sociedade e a economia global dependem nos dias que correm, fortemente, de um modelo energético baseado na utilização de combustíveis fósseis, que para além de serem limitados e finitos, causam grandes impactos no ambiente. É neste contexto, que surge a necessidade de se investir na pesquisa e no desenvolvimento de novas fontes de energia alternativa como, por exemplo, os biocombustíveis.

Os biocombustíveis ou agrocombustíveis podem ser definidos como combustíveis que contêm um teor de energia proveniente de uma fonte biológica. São portanto produzidos a partir de diversas fontes de biomassa, tais como materiais vegetais, tipos de colheitas e óleos vegetais reciclados ou resíduos dos mesmos. Podem ser utilizados em motores de combustão interna, como complementos da gasolina ou do gasóleo ou, até mesmo, como substitutos destes combustíveis na sua totalidade.

Apesar de existirem diversos tipos de biocombustíveis no mercado atual, os dois que têm maior destaque em termos de volume de produção e consumo são o biodiesel e o bioetanol. O biodiesel consiste num tipo de combustível alternativo ao gasóleo, feito a partir de matéria-prima renovável, como os óleos vegetais e as gorduras animais, dos quais se destacam as plantas oleaginosas como a colza, a soja, o girassol, a palma, os óleos vegetais usados e os efluentes pecuários. É biodegradável e não tóxico e emite um baixo nível de monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera (KRAWCZYK, 1996). O bioetanol é o biocombustível substituto ou complementar da gasolina, produzido também a partir de biomassa, mas utilizando como principais matérias-primas na sua produção plantas ricas em açúcares ou amidos, como a cana do açúcar, o milho, trigo, cevada e a fração biodegradável dos resíduos (ES Research – Research Sectorial, 2008).

**Produção e consumo mundial de biocombustíveis**

O processo de produção dos biocombustíveis mudou muito pouco desde a sua primeira aplicação. Apesar dos avanços tecnológicos registados terem contribuído para a melhoria do funcionamento desta indústria, os principais fatores que continuam a

influenciar o mercado dos biocombustíveis são a existência de incentivos à sua produção e consumo e, sobretudo, o preço dos combustíveis concorrentes, os combustíveis fósseis.

O preço relativamente baixo do petróleo durante grande parte do século XX foi a principal razão pela fraca motivação por parte dos governos em investir na indústria dos biocombustíveis. Só na década de 70 do século XX, com a crise energética, é que alguns países começaram a apostar nesta indústria e a desenvolver programas nacionais, dos quais é de destacar o papel do Brasil na produção de bioetanol que impulsionou fortemente esta indústria.

Entretanto, nessa mesma década, os governos europeus iniciaram também a investigação na área dos biocombustíveis, nomeadamente no estudo do biodiesel. No entanto, a redução dos preços do petróleo em meados da década de 80, do século passado, fez mais uma vez com que este combustível não tivesse uma forte introdução no mercado. Mesmo depois do início da comercialização de biodiesel a nível mundial, em 1990, a sua produção teve um crescimento gradual, mas não muito acentuado.

A mudança na produção de biocombustíveis deu-se apenas em 2003, quando o preço do barril de petróleo começou a ultrapassar os 25 US\$. Os países, sobretudo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico – OCDE, começaram nesse momento a considerar os biocombustíveis como uma verdadeira alternativa aos combustíveis fósseis e criaram diversos programas de incentivo à sua produção, o que resultou num aumento elevado do seu fabrico que continua a progredir até hoje.

### **Produção mundial de biocombustíveis**

Como já foi referido, a produção de bioetanol iniciou-se durante o período da primeira crise petrolífera, no Brasil, e foi crescendo de forma relativamente gradual, como se pode observar na figura 1, até 2001, sendo a produção cerca de 18,5 mil milhões de litros neste ano. De 2001 a 2008 a produção triplicou, atingindo neste último ano 65362 milhões de litros, comportamento que se explica por duas razões principais; (i) o contínuo aumento do preço do barril de petróleo, que atingiu em julho de 2008 o máximo histórico de 147.50 US\$; (ii) o aumento da consciencialização da sociedade dos impactos do consumo dos combustíveis fósseis no ambiente (BIOFUELS PLATFORM, 2009a).

A maioria do bioetanol é produzida por um pequeno grupo de países, dos quais são de destacar os Estados Unidos da América – EUA, Brasil, China, França, Canadá e Alemanha, que em conjunto concentram cerca de 96% da produção mundial. Até 2005, o Brasil foi o principal produtor mundial de bioetanol, sendo ultrapassado pelos EUA em 2006 que se tornaram líderes da produção deste biocombustível. A China, apesar de bastante distante do EUA e do Brasil, é o terceiro maior produtor, seguido França, Canadá, Alemanha, Tailândia e Espanha (IDEM, 2009a).

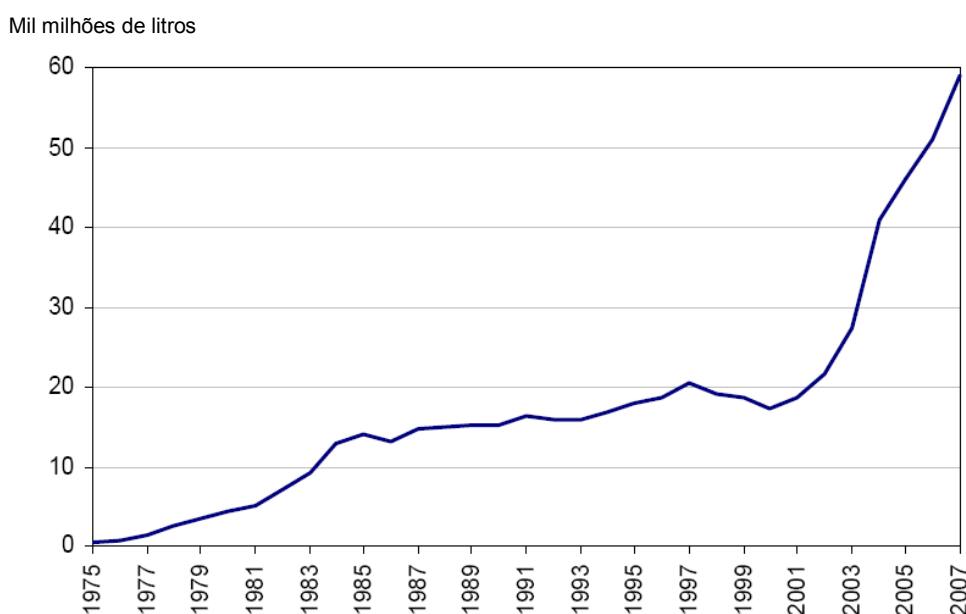


Figura 1 – Produção de bioetanol no Mundo, entre 1975 e 2007 (em mil milhões de litros).  
Fonte: STEENBLIK (2007, p. 10)

A produção de biodiesel segue uma trajetória de crescimento semelhante à do bioetanol, como se deduz da figura 2, com a diferença de que este biocombustível é produzido em muito menor quantidade, por ser um substituto do gasóleo que ainda é menos utilizado do que a gasolina na maioria do Mundo, à exceção da União Europeia – UE, onde o consumo de gasóleo se sobrepõe em larga escala ao da gasolina. Neste sentido, entre 1991 e 2001, a produção mundial aumentou de forma relativamente constante em cerca de mil milhões de litros de biodiesel, sendo que a maior parte desta produção teve lugar nos países europeus pertencentes à OCDE, a partir de óleos vegetais virgens.

No final da década de 90 do século XX, começou também a observar-se a criação de pequenas unidades de produção de biodiesel, fabricado com base em óleos alimentares

usados, em outros países da OCDE, porém a produção de biodiesel fora da UE só se tornou significativa a partir de 2004. A partir desse ano, os governos começaram, um pouco por todo o Mundo, a incentivar o desenvolvimento da indústria do biodiesel, através, por exemplo, da implementação de políticas e da atribuição de subsídios, o que resultou no incremento da produção em cerca de 16 vezes, aumentando entre 2001 e 2008, de mil milhões de litros para 16084 milhões (BIOFUELS PLATFORM, 2009b).

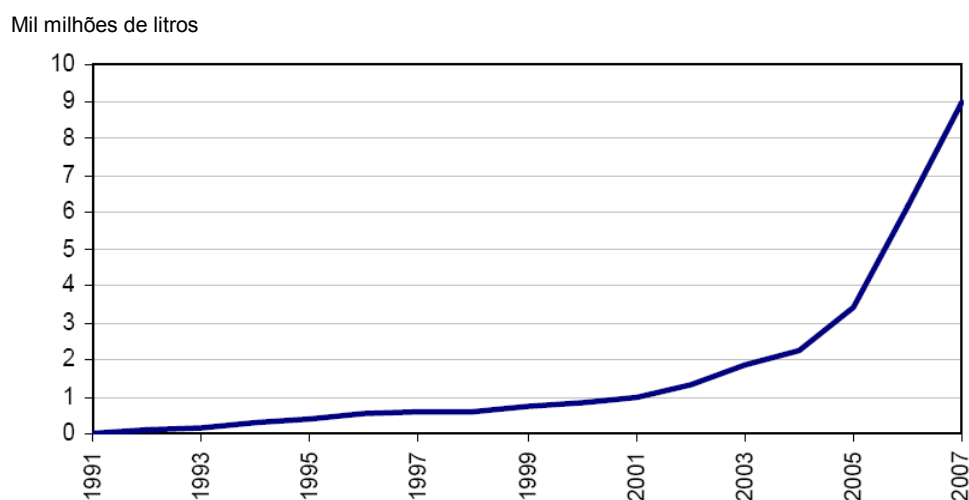


Figura 2 – Produção de biodiesel no Mundo, entre 1991 e 2007 (em mil milhões de litros).  
Fonte: STEENBLIK (2007, p. 11)

De acordo com o que já foi referido anteriormente, a produção de biodiesel tem lugar sobretudo nos países da UE e nos EUA, como se pode observar na figura 3, sendo que o maior produtor deste tipo de biocombustível é atualmente a Alemanha com 20% da produção mundial, seguido pelos EUA com 16%, França (13%), Argentina (7%), Brasil (7%) e Indonésia (4%) (IDEM, 2009b).

Em relação às matérias-primas utilizadas nos diferentes países produtores deste combustível, caracterizam-se pela utilização principal de óleo de soja na Argentina, Brasil e EUA, de colza na UE, Canadá, Suíça e Rússia e de óleo de palma na Malásia e na Indonésia.

É de referir ainda que a maioria das novas unidades de produção de biodiesel foram planejadas para utilizar óleos vegetais virgens. Contudo, é igualmente significativo o papel das unidades de produção que recorrem somente aos óleos alimentares usados e às gorduras residuais como matéria-prima.

Tal como se pode constatar facilmente na figura 3, quando se analisa a produção mundial de biocombustíveis, sem se considerar por tipos, observa-se o evidente destaque dos EUA e do Brasil, responsáveis por cerca de 76% da produção, com 45% e 31% respetivamente. Este valor deve-se sobretudo à importância que a produção de bioetanol detém nestes países. É de salientar também que o fabrico de automóveis equipados com motores bi-combustível (flex), sobretudo no Brasil, a partir da década de 2000, contribuiu bastante para a expansão e consumo de biocombustíveis, uma vez que possibilitou a utilização da mistura de gasolina e bioetanol em qualquer proporção.

Seguem-se, como maiores produtores, a Alemanha, França, China e Argentina, que em conjunto detêm 13% da produção mundial. Conclui-se assim que a produção destes combustíveis alternativos ainda se encontra muito concentrada espacialmente, uma vez que apenas seis países detêm 89% da produção mundial (BIOFUELS PLATFORM, 2009c).

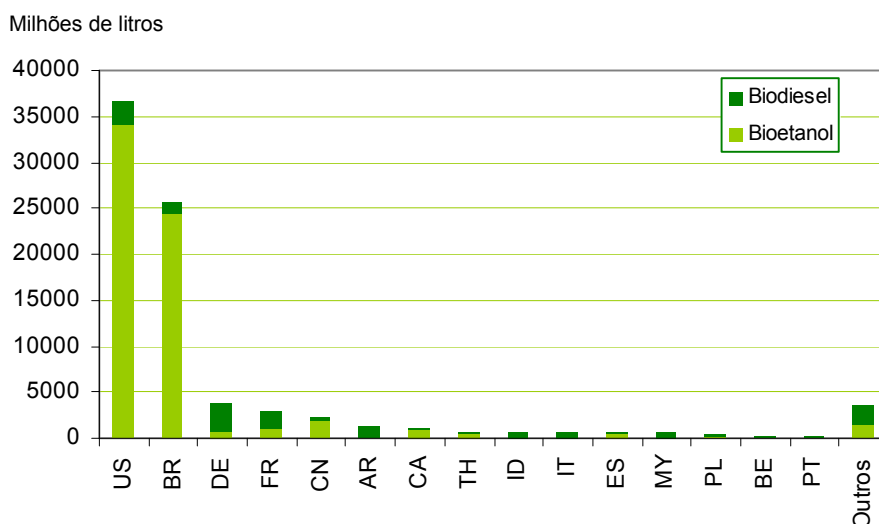


Figura 3 – Produção de biocombustíveis por tipo e principais países<sup>1</sup> produtores em 2008, (em milhões de litros). Fonte estatística: BIOFUELS PLATFORM (2009c)

Na figura seguinte (4), observa-se claramente o que foi referido anteriormente, uma primazia da produção de bioetanol pelos EUA e pelo Brasil, e de biodiesel sobretudo pela Alemanha e pelos restantes países da UE.

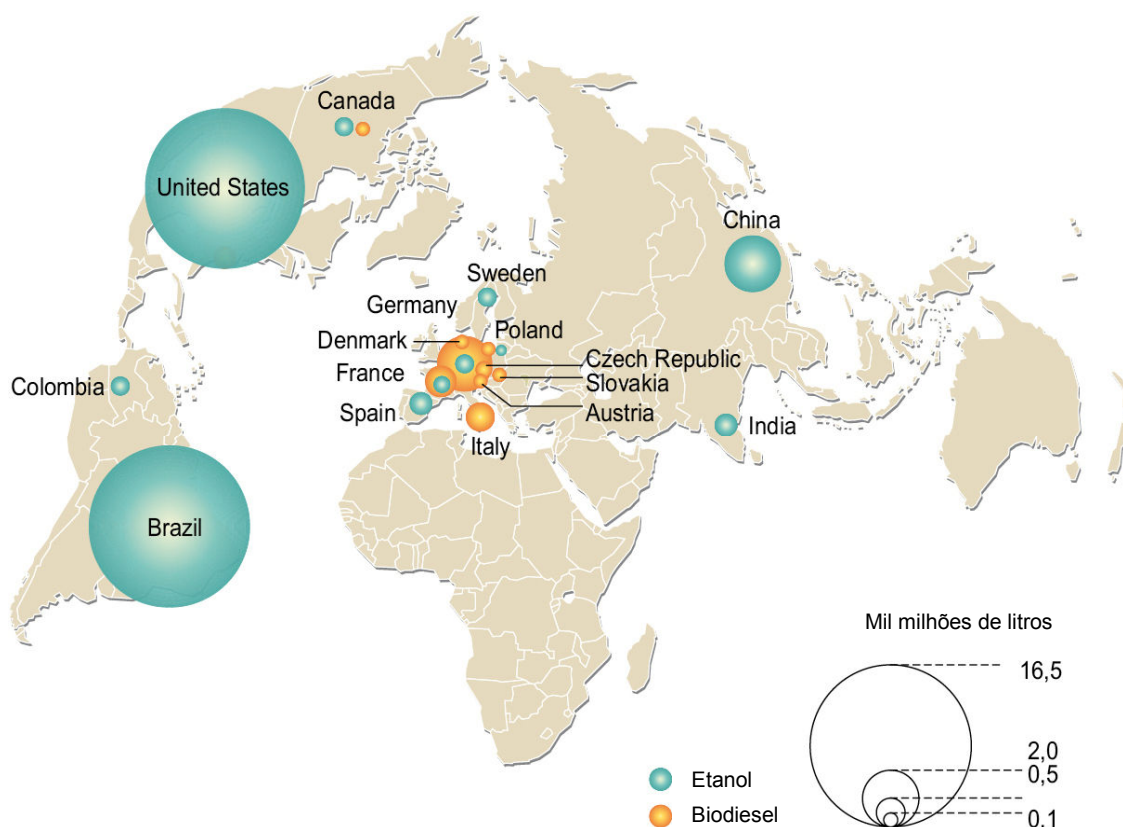


Figura 4 – Principais produtores de biodiesel e bioetanol por países, em 2006 (em mil milhões de litros).  
Fonte: Adaptado de UNEP/GRID – Arendal (2009)

### Consumo mundial de biocombustíveis

O consumo de biocombustíveis a nível mundial atingiu cerca de 32,5 Mtep<sup>2</sup> em 2007, aproximadamente 0,8 milhões de barris/dia, registando-se um triplicar do consumo, quando comparado com as 10,3 Mtep consumidas em 2000, e um quintuplicar com as 6 Mtep de 1990. Deduz-se do quadro 1, que a América do Norte é atualmente o maior consumidor de biocombustíveis, seguida pela América Latina e pela UE. No contexto da América Latina é de realçar o peso do Brasil, que é hoje em dia o segundo maior consumidor de biocombustíveis do Mundo. É de salientar igualmente, que um dos fatores com mais peso no aumento da utilização dos biocombustíveis é a recente aposta dos EUA neste tipo de combustível, registando um aumento médio por ano na procura de 23%, entre 2000 e 2006. Os EUA conseguiram ultrapassar mesmo o Brasil como o maior consumidor mundial de biocombustíveis em 2004 (IEA, 2008).

Quadro 1 – Consumo de biocombustíveis por região (em Mtep)

	2006	2015	2030	2006-2030*
<b>OCDE</b>	16,9	49,5	72,5	6,3%
América do Norte	11,3	32,9	46,8	6,1%
Europa	5,5	15,8	24,7	6,5%
Pacífico	0,1	0,8	0,9	10,3%
<b>Não OCDE</b>	7,5	24,0	46,0	7,9%
Europa do Leste/Eurásia	-	1,1	1,5	16,8%
Ásia	0,8	7,6	17,9	14%
Médio Oriente	-	0,3	0,8	-
África	-	0,7	1,1	-
América Latina	6,6	14,4	24,7	5,6%
<b>Mundo</b>	24,4	73,5	118,5	6,8%
<b>União Europeia</b>	5,5	16,6	25,9	6,7%

\* Taxa de variação média anual Fonte estatística: Adaptado de IEA (2008, p. 171)

De acordo com a Agência Internacional de Energia – IEA (2008), prevê-se um forte aumento na procura de biocombustíveis, durante as próximas décadas, sobretudo nas regiões em desenvolvimento, onde, como revelam os dados do quadro 1, a taxa de crescimento médio anual atinge os 16,8% na Europa do Leste e de 14% na Ásia. Prevê-se que os maiores consumidores continuem a ser os países da OCDE, essencialmente, os países da América do Norte e da UE, sendo responsáveis por cerca de 40% e 20%, respetivamente, da procura em 2030.

A nível mundial, como se observa na figura 5, antevê-se que os biocombustíveis em 2030 consigam representar 5% do total de combustíveis utilizados no transporte rodoviário, passando a sua procura de 24,4 Mtep em 2006, para 73,5 Mtep em 2015, e 118,5 Mtep em 2030, a um ritmo de crescimento médio anual de 6,8%. Este aumento na percentagem de biocombustíveis a incorporar no combustível rodoviário será o resultado concreto da implementação das políticas ambientais de combate às alterações climáticas que começam a ser postas em prática. A tentativa de alguns países alcançarem as metas a que se comprometeram com o Protocolo de Quioto e o objetivo da UE de aumentar até 2020 para 10% a percentagem de energias renováveis utilizadas nos transportes rodoviários são alguns desses exemplos.



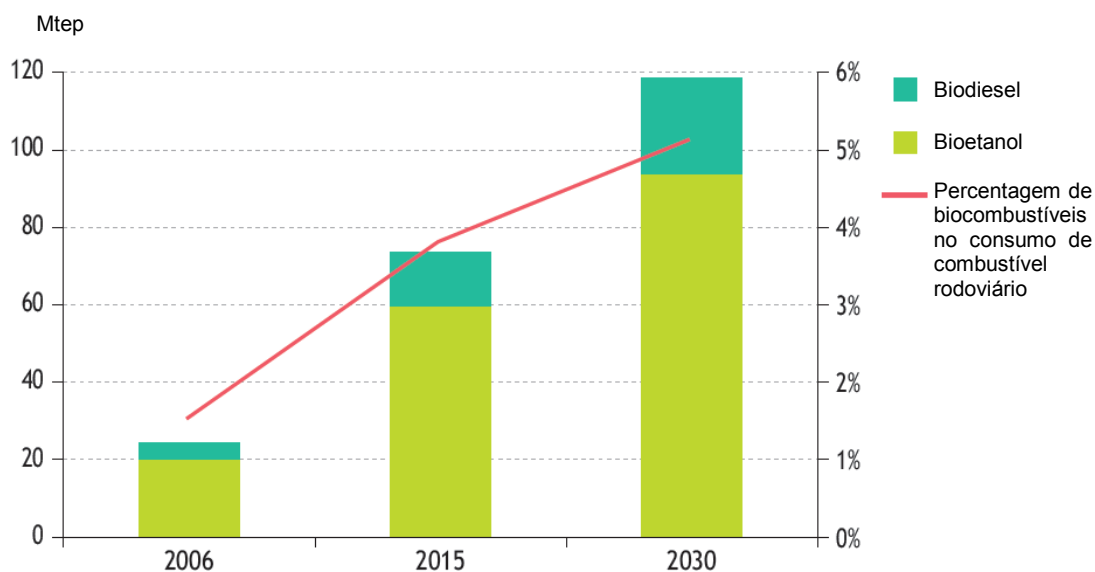


Figura 5 – Consumo mundial de biocombustíveis por tipo, entre 2006 e 2030 (em Mtep).  
Fonte: Adaptado de IEA (2008, p. 172)

No momento atual, começa-se a acreditar que com apoios governamentais à investigação os biocombustíveis de segunda geração possam estar disponíveis no mercado até 2030. Se tal se confirmar, possivelmente o crescimento da procura de biocombustíveis será ainda superior ao antecipado.

### **Questões-chave para analisar a sustentabilidade dos biocombustíveis**

Para analisar a sustentabilidade dos biocombustíveis, existem questões-chave que devem ser aprofundadas. A figura 6 sintetiza todas essas questões, das quais só algumas serão objeto de reflexão e análise neste estudo, estabelece a relação entre elas e faz ainda uma comparação com os combustíveis fósseis.

É de realçar que estas questões dizem respeito apenas aos biocombustíveis produzidos a partir de culturas energéticas. Deste modo, o biodiesel produzido a partir de óleos alimentares usados não está abrangido neste ponto, visto que este tipo de biocombustível é um caso particular, pois não requer o cultivo de matérias-primas, estando numa categoria distinta dos restantes biocombustíveis.

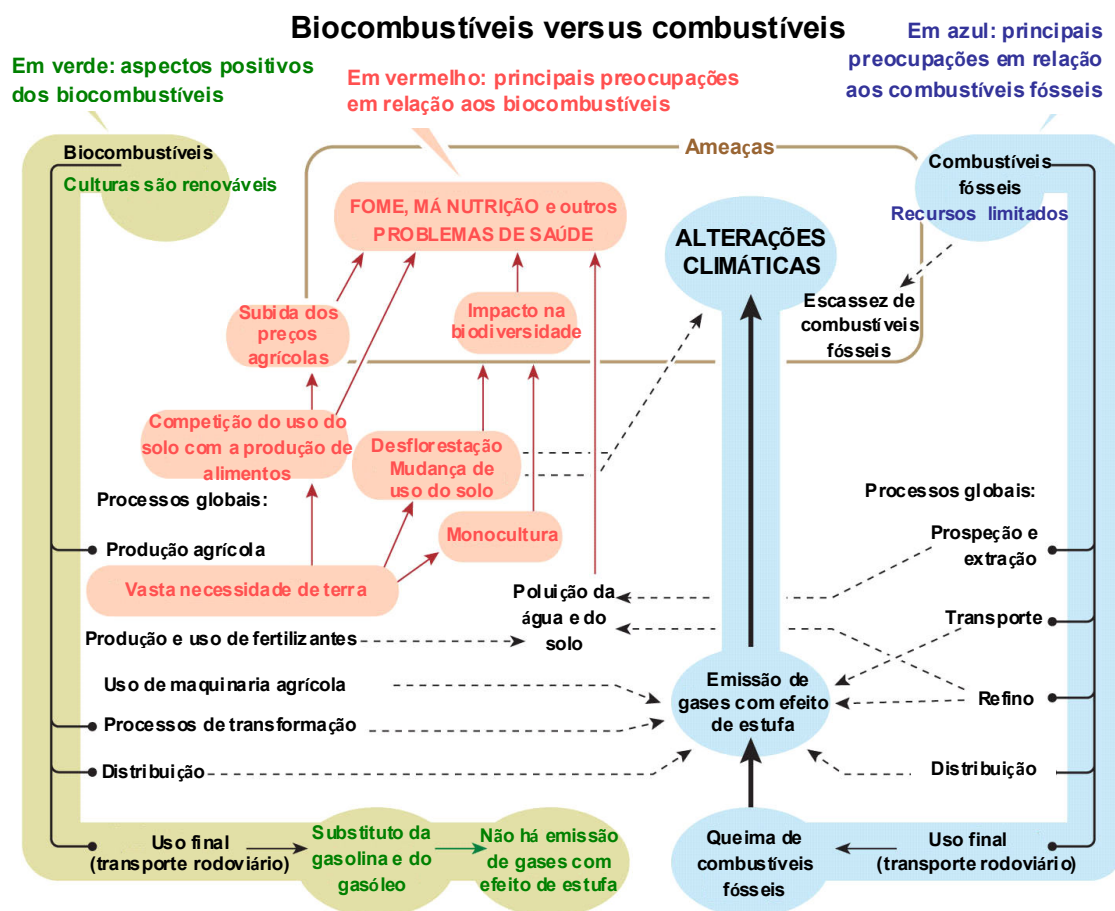


Figura 6 – Complexidade dos processos que envolvem os biocombustíveis e os combustíveis fósseis.  
Fonte: UNEP/GRID – Arendal (2008)

### Alterações na utilização dos solos

Segundo o Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável – BCSD (2008, p. 8) “[...] a maior causa de degradação dos ecossistemas é a alteração da utilização dos solos para a agricultura que conduz à alteração de pastagens e florestas”.

A Diretiva n.º 2003/30/CE da UE, relativa aos biocombustíveis, originou um forte aumento da procura de uma série de culturas, das quais se deve destacar, por um lado, as oleaginosas, como a colza, o girassol e a soja, pelo seu papel como matérias-primas para a produção de biodiesel e, por outro, as amiláceas, como o trigo e a beterraba sacarina, por fornecerem matérias-primas para a extração do bioetanol.

Atendendo à procura de alimentos na UE e a nível mundial, assim como às estruturas dos preços atuais, o incremento da procura de biocombustíveis só pode ser

satisfeito e, ainda assim, parcialmente, através de duas opções: ou da redução da produção de alimentos a partir das potenciais plantas energéticas ou da alteração do uso dos solos. Como a diminuição da produção de alimentos não é uma opção viável, prevê-se que a superfície total de solo destinado à produção de culturas energéticas irá aumentar.

Segundo Jensen (2003), para se atingir a meta definida pela Diretiva n.º 2003/30/CE da UE de 5,75% de biocombustíveis a incorporar no combustível dos transportes rodoviários até 2010, estes tipos de culturas terão de ocupar entre 4% e 13% do total da superfície agrícola da UE-25, dependendo da escolha das culturas a ser utilizadas. É de referir que estes valores consideram que todas as matérias-primas utilizadas para atingir essa meta serão cultivadas no interior da UE.

De acordo com o quadro 2, em termos de uso do solo, as culturas que permitiriam alcançar a meta dos 5,75% com uma menor ocupação deste, seriam uma combinação de metade beterraba sacarina/metade biomassa florestal, enquanto que as que ocupariam maiores áreas seriam a colza, em monocultura, e as culturas mistas que englobem o trigo.

Quadro 2 – Necessidade de utilização de terras para diferentes combinações de culturas energéticas

Combinação	UE-15 (%)	UE-25 (%)
100% colza	10.0 – 11.1	8.4 – 9.4
50% colza e 50% trigo	9.0 – 15.5	7.6 – 13.1
50% beterraba sacarina e 50% trigo	5.6 – 11.8	4.7 – 10.0
50% beterraba sacarina e 50% biomassa florestal	4.8 – 6.4	4.1 – 5.4
100% biomassa florestal	6.5 – 9.1	5.5 – 7.7
100% biomassa florestal	6.5 – 9.1	5.5 – 7.7

Fonte estatística: EEA (2004, p. 3)

Neste contexto, é de mencionar que na UE, a procura de óleo diesel (gasóleo) é bastante superior à procura de gasolina, o que resulta num maior interesse no mercado do biodiesel em detrimento ao do bioetanol. Contudo, as culturas para a produção de biodiesel, como a colza, necessitam de uma maior área arável para produzir a mesma quantidade de energia carburante que as matérias-primas do bioetanol. No quadro 3 observa-se esse fato, sobretudo no caso da soja no Brasil, onde o seu cultivo fornece apenas 491 litros/ha de biodiesel, enquanto que no mesmo país a plantação de cana-de-açúcar origina 5476 litros/ha de bioetanol.

Quadro 3 – Rendimento do biocombustível por culturas e diferentes países

Cultura	Estimativas globais/nacionais	Biocombustível	Rendimento enquanto cultura	Conversão	Rendimento enquanto biocombustível
			<i>Toneladas/ha</i>	<i>Litros/tonelada</i>	<i>Litros/ha</i>
<b>Beterraba açucareira</b>	Global	Etanol	46.0	110	5060
<b>Cana-de-açúcar</b>	Global	Etanol	65.0	70	4550
<b>Mandioca</b>	Global	Etanol	12.0	180	2070
<b>Milho</b>	Global	Etanol	4.9	400	1960
<b>Arroz</b>	Global	Etanol	4.2	430	1806
<b>Trigo</b>	Global	Etanol	2.8	340	952
<b>Sorgo</b>	Global	Etanol	1.3	380	494
<b>Cana-de-açúcar</b>	Brasil	Etanol	73.5	74.5	5476
<b>Cana-de-açúcar</b>	Índia	Etanol	60.7	74.5	4522
<b>Óleo de palma</b>	Malásia	Biodiesel	20.6	230	4736
<b>Óleo de palma</b>	Indonésia	Biodiesel	17.8	230	4092
<b>Milho</b>	EUA	Etanol	9.4	399	3751
<b>Milho</b>	China	Etanol	5.0	399	1995
<b>Mandioca</b>	Brasil	Etanol	13.6	137	1863
<b>Mandioca</b>	Nigéria	Etanol	10.8	137	1480
<b>Soja</b>	EUA	Biodiesel	2.7	205	552
<b>Soja</b>	Brasil	Biodiesel	2.4	205	491

Fonte estatística: Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO (2008, p. 16)

Já a nível mundial, de acordo com dados do BCSD (2008), antecipa-se que a taxa mundial de solo arável utilizada para a produção de culturas energéticas para a obtenção de biocombustíveis aumente de 1% para 3,8% até 2030, caso os biocombustíveis continuem a derivar apenas das colheitas utilizadas atualmente.

Por outro lado, considerando que o objetivo global é de atingir uma incorporação de 10% de biocombustíveis, no total de combustíveis destinados ao setor rodoviário, estes valores aumentariam consideravelmente, como se pode constatar na figura 7. Neste cenário e a esta escala, seria necessário aumentar o uso de solos para cultivo de culturas energéticas em 9%. É de realçar ainda, o valor alarmante da UE-15 que para conseguir alcançar a meta dos 10%, que efetivamente estabeleceu para 2020, teria de aumentar em 72% a disponibilidade de solos para culturas com fins energéticos. Pelo contrário, é de destacar o Brasil que para atingir esse objetivo necessitaria apenas de converter 3% dos seus solos para este fim (INNGENIAR GROUP, 2007).

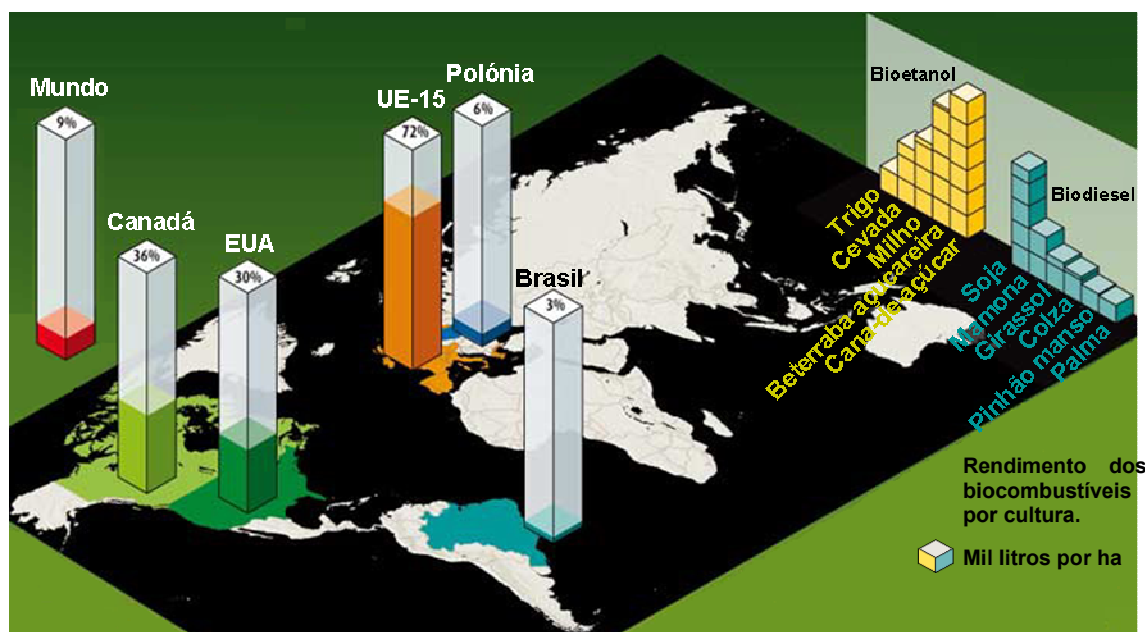


Figura 7 – Percentagem de área agrícola necessária para substituir 10% de combustíveis fósseis por biocombustíveis e respetivo rendimento por culturas. Fonte: Adaptado de INNGENIAR GROUP (2007)

No entanto, no caso das tecnologias de “segunda-geração”, com base na biomassa lenhosa, iniciarem a sua comercialização mundial antes de 2030, a necessidade de solo arável por unidade de biocombustível produzido irá diminuir, uma vez que é esperado que a matéria-prima para este tipo de biocombustíveis provenha na sua maioria de solos marginais não utilizados para o cultivo ou para pastagens, assim como de resíduos agrícolas e florestais.

Assim, se tal não suceder, a forte procura de biocombustíveis, juntamente com o incremento do consumo mundial de alimentos, conduzirá a um aumento das superfícies de terras aráveis a nível mundial, em detrimento das pastagens naturais e das florestas tropicais. Fato bastante alarmante, uma vez que 20% das emissões mundiais de gases com efeito de estufa são resultado da desflorestação e de más práticas agrícolas (EEA, 2009). Para além disso, a conversão de florestas em terras agrícolas, em larga escala, aumentará não só a quota de gases com efeito de estufa – GEE, como terá graves impactos na biodiversidade e nos recursos hídricos, agravando a degradação dos solos, aspectos que serão mencionados neste capítulo.

### **Impacto sobre as emissões de gases com efeito de estufa**

Do ponto de vista ambiental, um dos principais aspectos positivos apontado logo de imediato aos biocombustíveis é serem pouco poluentes, levando a sua utilização a uma diminuição da poluição atmosférica devido a emitirem reduzidas quantidades de gases com efeito de estufa. O uso de biocombustíveis reduz as emissões de monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em cerca de 78% e diminui as emissões de material particulado, óxido de enxofre, dos hidrocarbonetos totais e de grande parte dos hidrocarbonetos tóxicos, que apresentam potencial cancerígeno (LIMA, 2004).

Apesar deste fato para determinar as emissões de gases com efeito de estufa associados aos diferentes tipos de biocombustíveis não basta considerar os gases libertados durante o seu processo de combustão, é “... essencial considerar as emissões ao longo de todo o seu ciclo de vida – desde a alteração da utilização dos solos para produção agrícola até ao processamento e combustão dos combustíveis...” (BCSD, 2008, p. 6). A figura 8 sintetiza o ciclo de vida quer dos biocombustíveis como dos combustíveis fósseis.

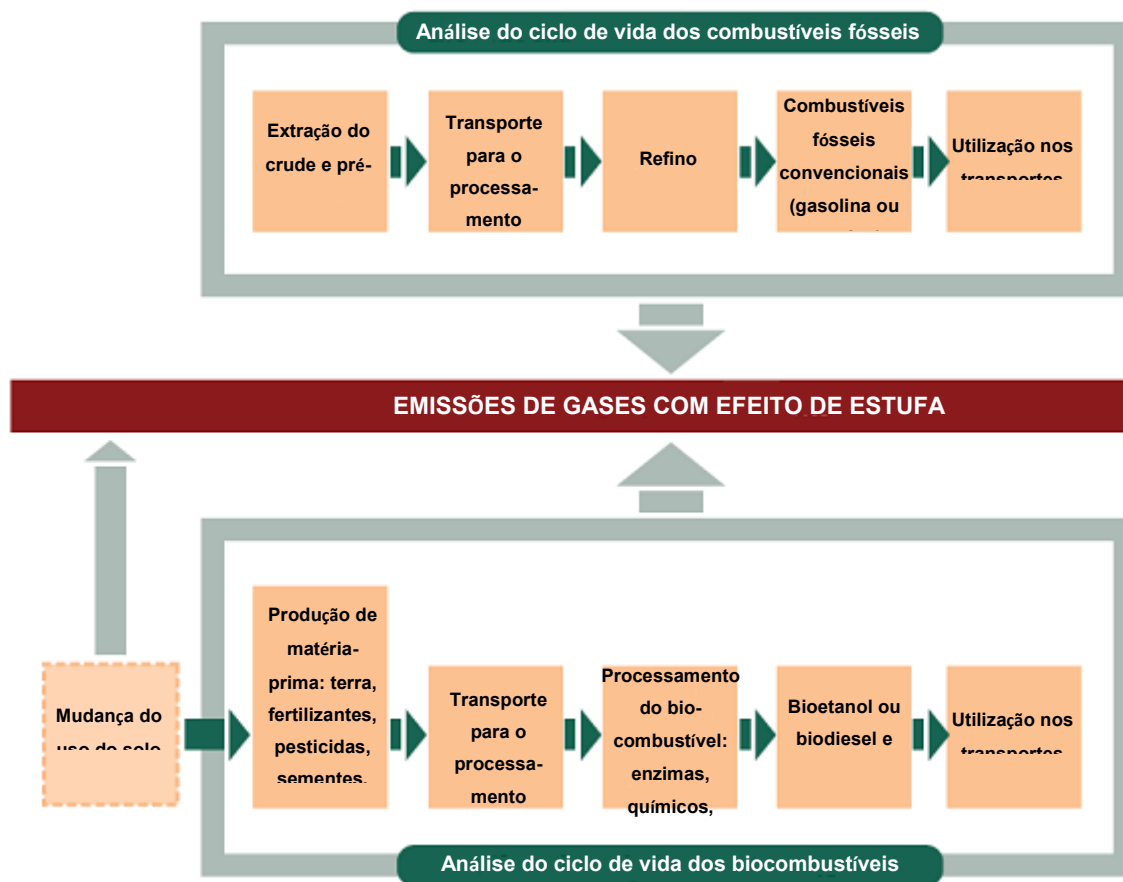


Figura 8 – Análise do ciclo de vida dos gases com efeito de estufa. Fonte: FAO (2008, p. 56)

Neste sentido, uma completa avaliação das emissões de gases com efeito de estufa, resultantes dos biocombustíveis deveria incluir não só as emissões de dióxido de carbono, mas também de outros gases com efeito de estufa, como o óxido nitroso e o metano, desde o início da cadeia de produção destes combustíveis, ou seja, desde o cultivo da sua matéria-prima. Assim, as culturas energéticas que recorrem a grandes quantidades de energia fóssil durante o seu cultivo, por exemplo, na forma de fertilizantes, terão mais emissões de GEE. Do mesmo modo, as culturas que substituam florestas primárias terão ainda um impacto negativo superior, bem como as que substituam terras de pousio de longa duração, uma vez que os solos libertam grandes quantidades de CO<sub>2</sub> durante a mineralização da matéria orgânica, um processo que é acelerado com a lavoura.

Neste processo é de considerar igualmente que as diversas plantas utilizadas para produzir biocombustíveis têm diferentes rendimentos energéticos por hectare, tal como se demonstrou anteriormente. As culturas com menor rendimento por hectare, como o arroz e o milho, necessitam de uma maior área de terra arável, maior utilização de água

e de uso de fertilizantes para produzir a mesma quantidade de biocombustível que as outras culturas, o que resulta em maiores emissões de GEE, para além de perda da biodiversidade, alteração do uso do solo e sobreexploração dos recursos hídricos.

Por exemplo, a beterraba sacarina produz 5060 litros de biocombustível num hectare. O arroz para produzir a mesma quantidade necessita de 2,80 ha, quase o triplo da área utilizada pela beterraba sacarina, já o milho, que também é uma cultura com um rendimento energético reduzido, tem de utilizar 2,60 ha para produzir a mesma quantidade (FAO, 2008).

Todos estes fatores têm influência nos preços dos biocombustíveis. Na figura 9, observam-se os custos de produção dos biocombustíveis por matéria-prima e, ainda, a sua respetiva redução de emissões em comparação com os combustíveis tradicionais. Verifica-se que a cana-de-açúcar para além de ser a matéria-prima com um menor custo de produção, apenas 0,26 US\$ por litro (0,19 €), ainda é a que mais contribui para a redução das emissões de GEE, com uma diminuição de 90% das emissões quando comparada com os combustíveis tradicionais. Pelo contrário, os biocombustíveis produzidos a partir de óleos de colza na Europa, para além de terem um custo de produção bastante superior, tanto ao da gasolina, como o do gasóleo, cerca de 0,9 US\$ por litro (0,66 €), reduzem apenas aproximadamente 40% das emissões de GEE (ES Research – Research Sectorial, 2008).

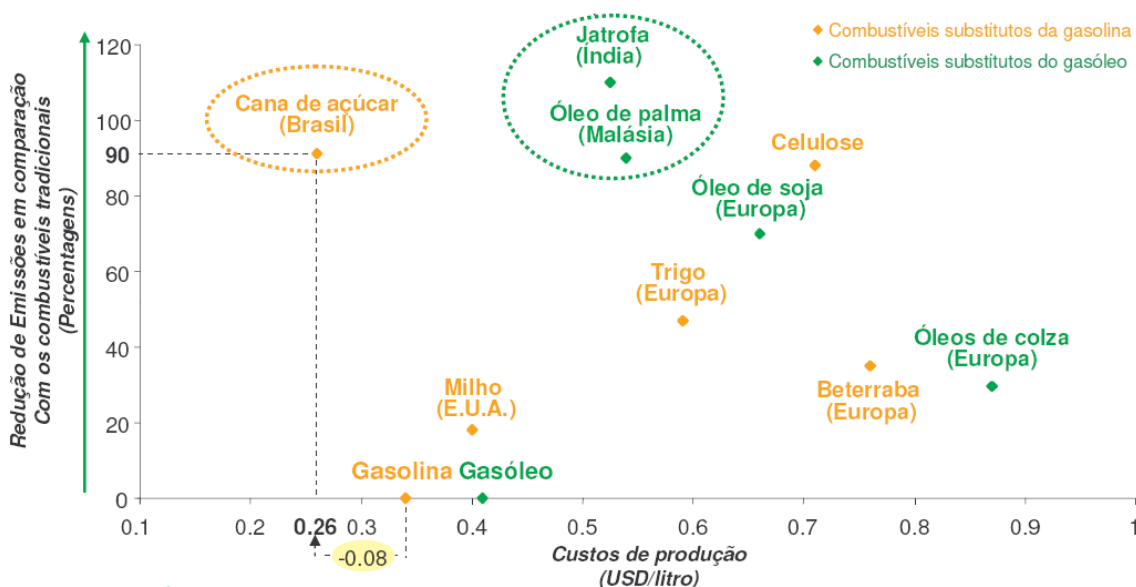


Figura 9 – Custos de produção dos biocombustíveis e efeito de redução de GEE.

Fonte: ES Research – Research Sectorial (2008, p. 20)



---

É de salientar, por fim, que a energia necessária e os processos realizados, durante a transformação e a conversão das matérias-primas em combustíveis, é também uma parte muito importante a ter em conta na avaliação das emissões.

### **Impacto na biodiversidade**

A UE estabeleceu o objetivo de travar o processo de perda de biodiversidade no seu território até 2010, sobretudo devido à tendência de perda de populações de aves associadas a terrenos agroflorestais e ao desaparecimento de mais de metade das espécies de anfíbios e de peixes de água doce (OLIVEIRA, 2008).

Duas das ações consideradas como fundamentais para o cumprimento deste objetivo foram a proteção dos terrenos agrícolas de elevado valor natural, geralmente caracterizados por uma agricultura pouco intensiva, e a manutenção de áreas não cultivadas para o refúgio de fauna e flora silvestre e proteção do solo – *set-asides* (EEA, 2004). De acordo com um relatório recente do Programa das Nações Unidas para o Ambiente – PNUA e da Agência Europeia do Ambiente – EEA (2004, p. 4): “[...] highest biodiversity coincides with low agricultural inputs”, o que revela a importância destas áreas no processo de preservação da biodiversidade.

Devido à grande necessidade de terras para cultivo de matérias-primas para os biocombustíveis, prevê-se a reconversão de muitos destes terrenos para culturas energéticas, o que resultará, certamente, numa elevada perda de biodiversidade devido aos padrões de produções intensivos que estas culturas requerem.

Esta previsão é reforçada pela decisão da Comissão Europeia de anular a política de *set-asides*, para aumentar a disponibilidade de terras para o cultivo de culturas energéticas. Esta ação é completamente incompatível com os objetivos de diminuir a perda da biodiversidade até 2010, estando mesmo a comprometer muitas das medidas de gestão agrícola e florestal, no que concerne às explorações agrícolas e agropecuárias, adotadas de acordo com as Diretivas “Habitats” e “Aves”, e até com a própria Diretiva 2001/42/CE, que veio estabelecer as normas da Avaliação Ambiental Estratégica (OLIVEIRA, 2008).

A realidade é que não é só na UE que o cultivo de matéria-prima para os biocombustíveis começa a afetar a biodiversidade, mas sim um pouco por todo o

---

Mundo. No Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia assiste-se a uma intensificação agrícola de tal forma extensa, devido ao cultivo quer da soja, como da cana-de-açúcar, que se observam registos não só perda de biodiversidade, como também de fragmentação de ecossistemas, desflorestação em larga escala e erosão dos solos, processos que conduzem à desertificação e ao aumento da pobreza.

Ao mesmo tempo, devido à forte expansão de terrenos destinados à produção de palma (*Elaeis guineensis*), assiste-se a ritmo acelerado à destruição de ecossistemas com alto valor ambiental, social e económico em países como a Indonésia, Papua – Nova Guiné, Colômbia, Equador e Camarões. Exemplo concreto da destruição provocada pela produção de óleo de palma é o da Malásia, o maior produtor mundial desta matéria-prima, onde 87% das florestas foram destruídas, em virtude do avanço das plantações de palma (BARBOSA, 2007).

Na Índia, e também um pouco por todo o continente africano, prevê-se que as futuras plantações de Pinhão-mansão (*Jatropha Curcas*) incluam áreas ainda seminaturais e áreas florestais remanescentes, onde rapidamente as consequências serão semelhantes às referidas anteriormente (OLIVEIRA, 2008).

É de mencionar ainda que a obtenção de biocombustíveis, na sua maioria, recorre a um modo de produção baseado na monocultura intensiva e no uso de fertilizantes, afetando gravemente o ambiente, através da destruição da biodiversidade existente e da contaminação da água e dos solos.

### **Exploração dos recursos hídricos**

A sobreexploração dos recursos hídricos nas áreas de produção de culturas energéticas é outra das principais preocupações relacionadas com a sustentabilidade da indústria dos biocombustíveis. O principal problema diz respeito ao elevado consumo de água necessário para o desenvolvimento das culturas usadas como matéria-prima para a produção de biocombustíveis. Por outro lado, o cultivo destas culturas, sem ter em consideração as características edafo-climáticas da terra onde vão ser plantadas, leva a que tanto a água dos sistemas de águas superficiais, como subterrâneas, seja sobreutilizada, o que, em algumas regiões já por si com recursos hídricos limitados, vai criar situações de forte pressão neste tipo de recursos.

Neste caso, não é suficiente considerar apenas o consumo de água necessário para a produção de determinada cultura energética, para compreender os impactos desta produção nos recursos hídricos no global. Os diferentes métodos usados no processo industrial de transformação das culturas energéticas em biocombustíveis têm igualmente diferentes impactos na qualidade da água. Por exemplo, os resíduos provenientes deste processo podem poluir os recursos hídricos. Da mesma forma, a ação da escorrência superficial em solos agrícolas pode ter efeitos poluentes significativos nos recursos hídricos, devido sobretudo ao uso de fertilizantes e pesticidas que originam graves contaminações dos cursos de água e dos aquíferos, para além de gravíssimos problemas resultantes da acumulação de sedimentos, nas áreas baixas e nas barragens (BSCD, 2008).

De igual modo, para se compreender os impactos dos biocombustíveis nos recursos hídricos, que devem ser analisados em todas as fases do processo de produção, como já foi mencionado, também se deve ter em conta as características físicas específicas de cada região. Segundo o International Water Management Institute – IWMI (2008, p. 1) “[...] producing one liter of ethanol from sugarcane takes nearly 3,500 liters of precious irrigation water in India, but just 90 liters of irrigation water in Brazil. In China, it takes 2,400 liters of irrigation for maize to yield a liter of ethanol”, o que demonstra não só a disparidade de água utilizada entre os três países, como a elevada quantidade de água necessária para produzir apenas um litro de etanol.

Através do quadro 4, prevê-se que em 2030 a percentagem do total de água utilizada na produção de culturas com fins energéticos duplique e que a percentagem de água utilizada na irrigação destas culturas triplique. Apesar da água utilizada na irrigação, a nível mundial, ser apenas uma pequena percentagem, pode ter impactos bastante significativos em países onde este recurso já escasseia. É oportuno mencionar que o rápido crescimento de economias como a da China e da Índia terão certamente muitas dificuldades em satisfazer a procura de alimentos e de biocombustíveis sem enfrentarem e agravarem os problemas de escassez de água.

Quadro 4 – Utilização de água na produção e irrigação de culturas com fins energéticos

País	Principal cultura utilizada	% do total de água utilizada na produção das culturas		% de água utilizada na irrigação das culturas	
		2005	2030	2005	2030
Brasil	Cana do Açúcar	10.7	14	3.5	8
EUA	Milho	4	11**	2.7	20 **
China	Milho	1.5	4	2.2	7
Índia	Cana do Açúcar	0.5	3	1.2	5
UE	Colza	-	17		1
Mundo	-	1.4	3	1.1	4

\*\* Inclui o Canadá

Fonte: Adaptado de IWMI (2008, p. 2)

É portanto fundamental minimizar os impactos da utilização de elevadas quantidades de água para produção de biocombustíveis, o que só será possível com um planejamento sustentável que fomente o cultivo de plantas com menores necessidades de água. Por exemplo, o pinhão-manso (*Jatropha Curcas*) e o sorgo sacarino (*Sorghum Saccharatum*), para além de serem pouco utilizados para o consumo humano, o que evita a competição entre a segurança alimentar e os biocombustíveis, necessitam de uma quantidade de água reduzida para o seu desenvolvimento, o que contribui para um menor impacto no ambiente.

### **Competição por alimentos, fibras e produtos florestais**

Na atualidade uma das maiores preocupações em torno da sustentabilidade dos biocombustíveis é a segurança alimentar. A produção de culturas para fins energéticos e o aproveitamento da biomassa vem competir diretamente com a produção de alimentos, fibras e madeira pela utilização dos solos e da água, ou seja, por espaço e recursos. Os biocombustíveis, tendo como matéria-prima produtos agrícolas utilizados para o consumo humano e animal, ao originarem uma elevada procura para este novo setor da energia, tiveram como resultado uma pressão nos preços das sementes, nos custos das rações animais e, numa última instância, nos preços dos próprios alimentos.

Segundo o relatório “Agricultural Outlook 2007-2016”, divulgado pela OCDE e pela FAO (2007, p. 24):

Biofuels are also strong drivers of oilseeds markets both directly through demand for oilseed oils in the bio-diesel production process and indirectly through the impact of the relative prices of oilseeds and maize which affect the competition for arable land between these crops.

A procura crescente de biocombustíveis está sem dúvida a gerar alterações significativas nos mercados agrícolas, conduzindo a uma pressão nos preços de muitos produtos agrícolas e de bens alimentares, que já se começaram a sentir. Entre 2007 e 2008, como é claramente visível na figura 10, registou-se uma subida acentuada dos preços internacionais de diversos produtos agrícolas, nomeadamente dos cereais, que em alguns casos ultrapassaram mesmo os 100%, o que resultou no aumento do receio relacionado com a segurança alimentar.

O aumento do consumo de bens alimentares em países muito populosos, como a China e a Índia, a ocorrência de secas nos principais países produtores de cereais e a subida do custo do petróleo, contribuiriam igualmente para este acréscimo dos preços.

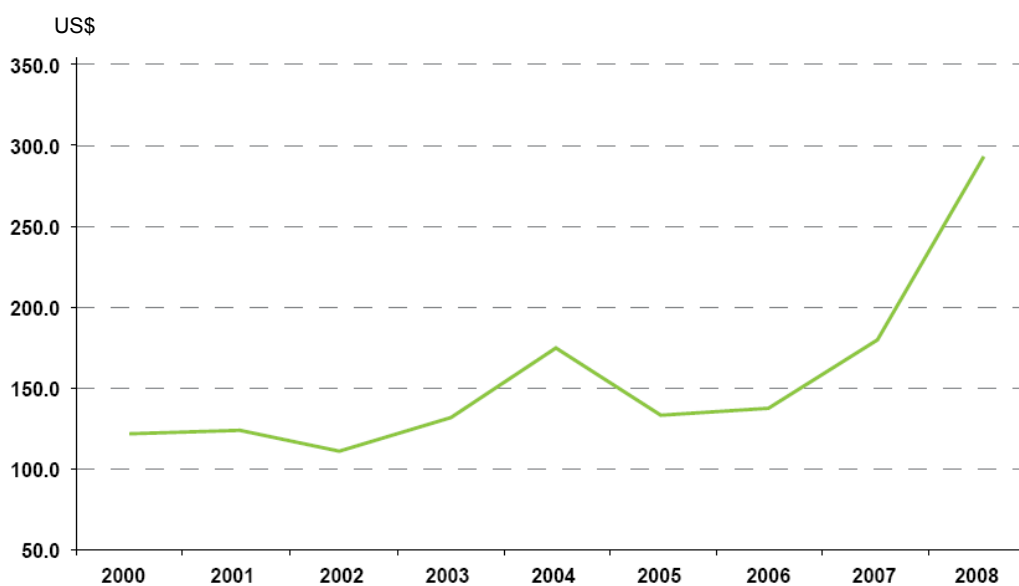


Figura 10 – Preço médio real de grãos no período 2000-2008 (em US\$ de 2007 por tonelada).  
Fonte: FGV Projetos (2008, p. 11) – a partir de dados do USDA, considerando os quatro principais cereais: milho, soja, trigo e arroz.

A OCDE prevê que, com a implementação das medidas atuais e das diversas propostas de apoio aos biocombustíveis, por parte dos Estados Membros da UE e do governo dos EUA, os preços do trigo, milho e dos óleos vegetais aumentem em média cerca de 8%, 10% e 33%, respetivamente, a médio prazo (OCDE, 2008).

Para além de todos estes fatos atuais, o problema reside ainda que esta competição possa resultar numa brusca diminuição do armazenamento de excedentes e, conseqüentemente, numa redução dos subsídios à exportação, uma vez que as colheitas disponíveis ou produtos florestais podem passar a ser utilizados para a produção de biocombustíveis (BSCD, 2008).

Espera-se então que a produção de biocombustíveis afete negativamente a exportação de diversas colheitas, como, por exemplo, a diminuição das exportações da colza da UE, do milho e da soja dos EUA, e do açúcar do Brasil. Antevê-se dificuldades para os países mais pobres, uma vez que na sua maioria são fortes importadores de alimentos, e esta situação vai criar uma maior pressão nos seus já limitados recursos financeiros, uma vez que terão de suportar a procura destes alimentos a preços mais elevados.

Exemplo concreto desta questão é o caso da produção de etanol a partir de milho, uma vez que esta cultura faz parte da alimentação base de milhões de pessoas. No México, 40% das proteínas ingeridas pela população provêm de alimentos à base do milho, produto esse que é na sua grande maioria importado dos EUA, e que com o aumento esperado dos preços e a sua utilização para produção de bioetanol, em vez de para consumo humano, resultarão rapidamente numa situação de insegurança alimentar (BARBOSA, 2007).

No entanto, apesar dos impactos que estes novos combustíveis possam ter nos mercados de alimentos, estes são também encarados como uma mais-valia para a agricultura, uma vez que possibilitam uma nova utilização dos produtos agrícolas e uma possibilidade para os agricultores de alcançar rendimentos mais elevados. Conseqüentemente, podem melhorar a sua atividade e reduzirem ou eliminarem a necessidade de subsídios concedidos pelos governos, que eram fundamentais para sustentar a agricultura como um setor viável do ponto de vista empresarial. Por outro lado, o aumento da procura da biomassa pode reduzir igualmente a quantidade de alimentos desperdiçados nos mercados internacionais.

Por último, é de salientar que o problema da escassez de alimentos em certas áreas do Mundo é, atualmente, resultado sobretudo da distribuição não equitativa dos alimentos, um assunto que está fora do domínio dos biocombustíveis.

**Produção sustentável: creditação**

Como é possível deduzir pelo que foi exposto anteriormente, muitos são os desafios que esta indústria terá de ultrapassar para conseguir que seja considerada ambiental e socialmente sustentável. Segundo o BCSD (2008, p. 10):

A criação e implementação de um sistema de certificação com base em critérios de sustentabilidade pode ter um papel importante na resolução destes desafios, garantindo que os biocombustíveis são produzidos de uma forma responsável.

Para GONÇALVES (2007, p. 7) “a certificação é um mecanismo que tem por objetivo identificar determinada qualidade do produto ou do processo de produção e enviar ao consumidor, uma mensagem sobre sua qualidade e/ou características”.

O sistema de certificação dos biocombustíveis deveria então integrar diversas questões como as emissões de GEE, a preservação da biodiversidade, a segurança alimentar, a proteção dos recursos hídricos, entre outros. Tem de englobar critérios que garantam a sustentabilidade social, fomentando a inclusão, a agricultura familiar e a erradicação do trabalho forçado e da pobreza. Deve também adequar-se a diferentes realidades, uma vez que será utilizado a uma escala mundial, de modo a que os consumidores no final possam optar por biocombustíveis que respeitem os critérios de sustentabilidade.

Importa mencionar, por fim, que para que a certificação seja um processo de sucesso, é fundamental que este não seja dispendioso, de modo a que o seu cumprimento seja economicamente viável para os produtores.

**Considerações finais**

A produção de biocombustíveis tendo como matéria-prima óleos vegetais virgens, obtidos a partir de culturas energéticas, como o milho, trigo, arroz, entre outras, levanta muitas questões ambientais que têm de ser equacionadas. A alteração da utilização dos solos para a sua produção tem originado graves problemas de desflorestação, erosão dos solos e de perda de biodiversidade. O fato destas culturas serem obtidas a partir de práticas agrícolas intensivas que recorrem ao elevado uso de fertilizantes e pesticidas tem resultado em graves problemas de contaminação dos solos e da água, bem como de sobreexploração dos recursos hídricos, devido à sua intensa necessidade de irrigação.

Para além dos impactos ambientais, a produção de culturas para fins energéticos veio competir diretamente com a produção de alimentos, o que tem resultado numa situação de insegurança alimentar, que é uma das principais preocupações da sociedade atual em relação à produção de biocombustíveis a partir deste tipo de plantas.

Face a este cenário, o caminho para a sustentabilidade da produção de biocombustíveis passa pela criação de um sistema de creditação que considere não só as questões ligadas com o ambiente, como as emissões de GEE, a preservação da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos, entre outros, mas também que garanta a sustentabilidade social e a segurança alimentar, a partir de um sistema que se adapte às diferentes realidades e escalas do Globo.

---

### Notas

<sup>1</sup> US – Estados Unidos da América, BR – Brasil, DE – Alemanha, FR – França, CH – China, AR – Argentina, CA – Canadá, TH – Tailândia, ID – Indonésia, IT – Itália, ES – Espanha, MY – Malásia, PL – Polónia, BE – Bélgica, PT – Portugal.

<sup>2</sup> Mtep – Milhões de toneladas equivalente de petróleo. Esta unidade, tal como o nome indica, consiste no conteúdo energético de uma tonelada de petróleo indiferenciado.

### Referências

BARBOSA, Luciana Mendes. “**Agroenergia, biodiversidade, segurança alimentar e direitos humanos**”. In *Conjuntura Internacional*, ano 4, nº 33. Minas Gerais: PUC Minas, 2007. p. 1-7.

BCSD. *Biocombustíveis*. Lisboa: BCSD Portugal, 2008. 10 p.

BIOFUELS PLATFORM(a). Production of bioethanol in the world in 2008. Disponível em: <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/production.php?id=bioethanol>. Acesso em: 10 de julho de 2010.

BIOFUELS PLATFORM(b). Production of biodiesel in the world in 2008. Disponível em: <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/production.php?id=biodiesel>. Acesso em: 15 de julho de 2010.



---

BIOFUELS PLATFORM(c). Production of biofuels in the world in 2008. Disponível em: <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/production.php?id=biofuels>. Acesso em 17 de julho de 2010.

EEA. Biocombustíveis nos transportes: explorar as ligações entre o sector da energia e o dos transportes. Copenhaga: Agência Europeia do Ambiente, 2004. 4 p.

EEA. Biofuel Definition. Disponível em [http://glossary.eea.europa.eu/terminology/concept\\_html?term=biofuel](http://glossary.eea.europa.eu/terminology/concept_html?term=biofuel). Acesso em: 5 de fevereiro de 2010.

ES RESEARCH – RESEARCH SECTORIAL. Os Biocombustíveis. Lisboa: Espírito Santo Research – Research Sectorial, 2008. 40 p.

FAO. The State of Food and Agriculture 2008 - Biofuels: prospects, risks and opportunities. Roma: Electronic Publishing Policy and Support Branch Communication Division, FAO, 2008. 128 p.

FGV. Factores Determinantes dos Preços dos Alimentos – O Impacto dos Biocombustíveis. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas Editora, 2008. 47 p.

GONÇALVES, Eduardo. “Princípios e Critérios para Biocombustíveis Sustentáveis”. In Workshop A Expansão da Agroenergia e seu Impacto sobre os Ecossistemas Brasileiros. Rio de Janeiro, 2007. 21 p.

IEA. World Energy Outlook 2008. Paris: Stedia Media, 2008. 569 p.

INNGENIAR GROUP. How biofuels measure up. Disponível em <http://biotechnology.blogspot.com>. Acesso em 20 de março de 2010.

IWMI. Water implications of biofuel crops: understanding tradeoffs and identifying options. Water Policy Briefs, issue 30. Colombo: IWMI, 2008. p. 1-4.

JENSEN, Peder. Scenario Analysis of Consequence of Renewable Energy Policies for Land Area Requirements for Biomass Production. Disponível em [http://www.eea.europa.eu/about-us/tenders/EEAEAS03004/annex\\_B.pdf](http://www.eea.europa.eu/about-us/tenders/EEAEAS03004/annex_B.pdf). Acesso em: a 20 de fevereiro de 2010.

KRAWCZYK, T. Biodiesel - Alternative fuel makes inroads but hurdles remain. Revista Inform, n. 7, 1996. p. 801-829.

LIMA, Paulo Cesar. O Biodiesel e a Inclusão Social. Estudo de Consultoria Legislativa, Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. 33 p.

OCDE/FAO. Agricultural Outlook 2007-2016. Paris: OECD Publications, 2007. 87 p.

OCDE. Economic Assessment of Biofuel Support Policies. Paris: OECD Publications, 2008. 119 p.

OLIVEIRA, Nuno. “Biocombustíveis e Biodiversidade: Oportunidade Emergente ou Conflito Evidente?.” In Colóquio ResiRecycling. Nazaré, 2008. 18 p.

PNUA/EEA. High nature value farmland: Characteristics, trends and policy challenges. Relatório nº 1/2004 da EEA. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004. 26 p.

STEENBLIK, Ronald. Biofuels – at what cost? – Government support for ethanol and biodiesel in selected OECD countries. The Global Subsidies Initiative, Geneva: International Institute for Sustainable Development, 2007. 72 p.

UNEP/GRID – Arendal. Biofuel versus fossil fuel. UNEP/GRID – Arendal Maps and Graphics Library. Disponível em <http://maps.grida.no/go/graphic/biofuel-versus-fossil-fuel>. Acesso em: 15 de março de 2010.

UNEP/GRID – Arendal. Biofuel production map. UNEP/GRID – Arendal Maps and Graphics Library. Disponível em: <http://maps.grida.no/go/graphic/biofuel-production-map>. Acesso em: 15 de março de 2010.

Artigo recebido em 29/11/2010 e aceito para publicação em 31/07/2011.