



## VIII CONGRESSO PORTUGUÊS DE SOCIOLOGIA

### 40 anos de democracias: progressos, contradições e prospetivas

---

ÁREA TEMÁTICA: Ambiente e Sociedade [ST]

---

#### **BIOENERGIA: BENEFÍCIOS E RISCOS ASSOCIADOS**

---

---

GANILHO, Eduardo Jorge Simões

Doutoramento em Gestão

Instituto Superior de Gestão e Administração, IZES ISLA Santarém

[esiga@netcabo.pt](mailto:esiga@netcabo.pt)

---



#### Resumo

Encontramo-nos num período de transição de uma era de energia dominada pelo uso intensivo de combustíveis fósseis, para outra com muitas indefinições e incertezas.

As necessidades energéticas atuais são satisfeitas a nível mundial em cerca de 90%, recorrendo a matérias fósseis, cuja quantidade deste recurso é por definição limitada, não renovável em escalas de tempo inferiores a milhões de anos, para além de ser uma energia com impactes negativos no ambiente.

A energia proveniente de fontes renováveis constitui uma alternativa possível, aos combustíveis fósseis. A bioenergia é uma dessas fontes de energia renovável.

Contudo, a substituição dos combustíveis fósseis pela bioenergia proporcionará benefícios, mas não é isenta de riscos. A bioenergia tem gerado alguma controvérsia.

A transição para uma produção em larga escala de bioenergia conduz a impactes socioeconómicos e ambientais que, não devem ser desprezados, daí que tenham surgido diversas iniciativas e ferramentas, destinados a apoiar os decisores políticos e outros atores intervenientes nesta matéria, nomeadamente, na formulação de políticas públicas.

Como produzir e usar a bioenergia moderna de uma forma sustentável, sem trazer danos para o ambiente e sem pôr em causa o aumento global da produção de alimentos? O desafio é global e é preciso um debate global.

#### Abstract

We live in a period of transition from an era dominated by the intensive use of fossil fuels to another with many uncertainties.

Nearly 90% of our current energy needs are met by the use of fossil fuels. This resource is limited, non-renewable on any human time scale, and its use has negative impacts on the environment.

Energy from renewable sources may be a good alternative to fossil fuels. Bioenergy is one such renewable energy source.

The replacement of fossil fuels by bioenergy may bring some benefits, but it is not without risks. Bioenergy has generated some controversy.

Large-scale production of bioenergy has socioeconomic and environmental impacts that should not be overlooked. Accordingly, a number of initiatives have been undertaken to assist policy makers and other agents in the field, particularly in the formulation of public policy.

How can we produce and use modern bioenergy in a sustainable manner, without harming the environment, without affecting food production? The challenge is global and we need a global debate.

Palavras-chave: Alimentos; Ambiente; Alterações climáticas; Crise energética; Risco; Vida

Keywords: Food; Environment; Climate change; Energy crisis; Risk; Life



## 1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo debater diversos aspetos relacionados com a bioenergia<sup>1</sup>. A bioenergia faz parte das energias renováveis que constituem uma alternativa potencial aos combustíveis fósseis<sup>2</sup>, permitindo obter, em particular, dois efeitos: (i) a redução das emissões de gases com efeito de estufa provenientes da produção e do consumo de energia; (ii) a redução da dependência dos Estados em termos de importação de combustíveis fósseis.

O recurso à bioenergia poderá proporcionar benefícios. No entanto, a complexa teia de interações e inter-relações existente onde se movem interesses diversos e, em muitos casos, o escasso conhecimento acumulado nesta área, constituem fatores de risco potencial, o qual está indissociavelmente entrelaçado a aspetos como incerteza, responsabilidade e segurança. A Universidade tem aqui um papel importante, e deve ser chamada a dar o seu contributo para o debate e investigação nesta matéria.

A bioenergia é um tema muito interessante. No entanto, é também muito vasto. Devido às características deste trabalho surgem limitações, por isso são tratados apenas alguns aspetos; outros aspetos serão desenvolvidos num trabalho futuro. Assim, começa-se por fazer uma abordagem aos desafios que as sociedades enfrentam no domínio da energia, no atual paradigma global de desenvolvimento e à necessidade de transição para uma energia mais ecológica. Seguidamente discute-se a bioenergia como uma componente da matriz energética, e faz-se uma reflexão no que concerne às perspetivas energéticas, ambientais e socioeconómicas da bioenergia, onde risco e incerteza são amigos inseparáveis da vivência humana. São referidos alguns instrumentos de apoio à formulação de políticas para o desenvolvimento sustentável da bioenergia, destacando-se algumas das iniciativas, critérios e indicadores possuidores de reconhecimento internacional, em particular, no que se refere à relação entre bioenergia e segurança alimentar. Por fim, são apresentadas algumas considerações.

## 2. A energia no atual paradigma global de desenvolvimento

Nos últimos anos, o mundo tem vivido várias crises. Distúrbios económicos e financeiros arrasaram a economia mundial através da perda de rendimento, empregos e estabilidade social. Desastres naturais devastaram comunidades desde o Haiti ao Japão, deixando um rasto de morte e perdas económicas - o tsunami<sup>3</sup> de 2004 na Ásia, o terremoto de 2010 no Haiti e o terremoto e tsunami de 2011 no nordeste do Japão, para citar apenas alguns - que exemplificam a maior frequência e intensidade dos fenómenos meteorológicos extremos (IPCC, 2012). As preocupações sobre o impacte das alterações climáticas em todo o mundo estão em crescendo, assim como os temores quanto à propagação de doenças contagiosas mortais através de fronteiras. Outra preocupação está relacionada com as oportunidades de desenvolvimento perdidas que surgem, quando os riscos não são assumidos. A busca de oportunidades exige a assunção de riscos, a incapacidade de gerir riscos de forma adequada leva a crises e à perda de oportunidades (World Bank, 2013).

Todas as regiões do mundo dependem umas das outras, quer no que se refere à garantia do abastecimento energético, quer na criação de condições económicas estáveis e no combate eficaz das alterações climáticas. Segundo Soromenho-Marques (2009) a Humanidade *«já perdeu a oportunidade de prevenir, pela raiz, as alterações climáticas. Interesses instalados, vistas curtas, incompetência política, e muita inércia moral e intelectual condenaram-nos - a nós e às gerações futuras - a uma experiência sem paralelo no passado histórico»*.

O centro de gravidade da procura de energia<sup>4</sup>, de acordo com o *World Energy Outlook 2013*, está a mudar *decididamente em direção às economias emergentes, em particular a China, a Índia e o Médio Oriente, países que incrementam a utilização mundial de energia em cerca de um terço*. A perspetiva de um aumento exponencial do preço da energia e a crescente dependência das importações de muitos países ameaçam a fiabilidade do abastecimento energético e põem em risco a economia mundial.

A dimensão do problema é, portanto, à escala mundial.

## 2.1 Os desafios que as sociedades enfrentam no domínio da energia

O mundo encontra-se numa encruzilhada no que diz respeito ao futuro em matéria de energia. Os desafios que as diversas regiões do mundo enfrentam no domínio da energia abrangem, de um modo geral, diversas questões que devem ser tidas em conta, das quais se podem destacar algumas:

- Aumento da dependência das importações;
- Diversificação limitada;
- Preços elevados e voláteis da energia;
- Crescente procura energética a nível global;
- Pressão exercida sobre os recursos energéticos;
- Riscos em matéria de segurança que afetam os países produtores e de trânsito;
- Crescentes ameaças decorrentes das alterações climáticas;
- Progresso lento na eficiência energética;
- Desafios colocados pela crescente quota-parte de energias renováveis;
- Necessidade de uma maior transparência, integração e interligação dos mercados energéticos (por exemplo, na União Europeia);

Todas estas questões estão interrelacionadas. As alterações climáticas, a dependência crescente do petróleo e de outros combustíveis fósseis, a dependência da crescente importação, a pressão exercida sobre os recursos energéticos, o abastecimento seguro de energia a preços acessíveis a todos os consumidores e os custos crescentes da energia entre outros aspetos, estão a tornar as sociedades e economias vulneráveis.

Para assegurar a sustentabilidade do atual paradigma global de desenvolvimento é necessário dispor de energia, a preços aceitáveis<sup>5</sup> e estáveis. Mas, como refere Santos (2012:65) encontramos atualmente «num período de transição de uma era de energia dominada pelo uso intensivo de combustíveis fósseis para outra ainda mal definida e cheia de incertezas». De acordo com aquele autor, existem duas razões principais que recomendam a redução da dependência dos combustíveis fósseis<sup>6</sup> à escala mundial:

- A primeira razão está relacionada com o facto de que parte do dióxido de carbono<sup>7</sup> (CO<sub>2</sub>) originado pela combustão<sup>8</sup> dos combustíveis fósseis permanece na atmosfera, ocorrendo o efeito de estufa natural e por consequência alterações climáticas.
- A segunda razão está associada ao facto de os combustíveis fósseis serem um recurso natural, não renovável em escalas de tempo inferiores a milhões de anos.

Os recursos naturais constituem a base de três pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável: o social, o económico e o ambiental. No entanto, a deterioração e a escassez das suas reservas físicas porá em causa o desenvolvimento económico e social futuro. Além disso, o modo como os recursos são utilizados pode reduzir a qualidade do ambiente<sup>9</sup> podendo constituir uma ameaça para os ecossistemas e para a qualidade da vida humana.

Atualmente, os impactes ambientais da utilização de recursos não renováveis<sup>10</sup>, como os combustíveis fósseis, e também os metais e os minerais, são talvez mais inquietantes do que a eventual escassez desses recursos. No caso dos combustíveis fósseis, por exemplo, os gases com efeito de estufa originados pela sua utilização constituem provavelmente um problema mais premente, do que o risco de esgotamento das suas reservas.

Mas, os combustíveis fósseis continuam a ser utilizados e é provável que as formas convencionais deste tipo de combustíveis<sup>11</sup> e as formas não convencionais, como o petróleo extraído de areias e xistos betuminosos e o gás de xisto, sejam explorados durante as próximas décadas. Embora as reservas de petróleo não convencional existentes nas areias betuminosas<sup>12</sup> e xistos betuminosos<sup>13</sup> sejam bastante superiores às do petróleo convencional (cerca de nove vezes), a sua extração para além de ser mais cara consome mais

energia; por outro lado, a exploração do petróleo não convencional tem impactos ambientais mais graves do que a exploração do petróleo convencional, dado que provoca maior volume de gases com efeito de estufa e maior poluição dos solos e da água<sup>14</sup> (Santos, 2012).

O padrão de vida atual das sociedades modernas gera grandes necessidades de energia, o que causa, inevitavelmente, impactos negativos no ambiente que importa reduzir o mais possível; é necessário reduzir o consumo e aumentar a eficiência energética (Tietenberg & Lewis, 2009). Provavelmente faria sentido, estabelecer uma política energética a nível global, abrangendo todas as fontes de energia, fóssil, nuclear ou de energias renováveis, com o objetivo de iniciar uma nova revolução industrial que transforme as várias economias, em economias de baixo consumo de energia, mais segura, mais competitiva e mais duradoura. Mas será isto possível? Obviamente que teremos de ser realistas; embora a nível da União Europeia se pretenda um estabelecimento de uma política energética comunitária neste sentido, outras regiões do mundo terão outra atitude, o que torna um processo bastante complexo.

À escala internacional, o futuro será dominado pela necessidade de adaptação a uma nova situação, ou seja, um acesso cada vez mais difícil aos recursos do planeta. Existem muitos desafios e a situação é complexa: há que garantir o acesso às fontes de importação nas melhores condições possíveis, ao melhor preço possível e preservando o mais possível o ambiente (Comissão Europeia, 2013). No panorama complexo da política energética, a energia proveniente de fontes renováveis é o subsector energético que se destaca para além da necessidade de redução do consumo e da eficiência energética (Velasco, 2009).

## **2.2 Transição para uma energia mais ecológica**

Os recursos não renováveis atualmente utilizados pela Humanidade são limitados e tendem a escassear de um modo cada vez mais intenso, a sua crescente procura conduz a tensões entre todos os que pretendem a eles aceder.

Entre os recursos cujo esgotamento é previsível, podem apontar-se, em especial, como exemplos os minerais raros, a água e a energia de origem fóssil. Um outro recurso importante, pelo impacto que tem no âmbito da alimentação<sup>15</sup>, é o solo destinado à agricultura<sup>16</sup>, recurso que poderá tornar-se escasso, se não for bem utilizado, podendo ser insuficiente para garantir a alimentação da população mundial. Independentemente do seu peso económico atual, a agricultura, e a floresta, têm um papel estratégico, tanto a montante para a conservação dos ecossistemas e dos recursos hídricos, ou a jusante como matéria-prima para várias indústrias importantes, como a madeira e a agroalimentar; pôr em causa o equilíbrio dos ecossistemas é suscetível de provocar graves efeitos sistémicos no plano social (Schmidt & Prista, 2010).

Vejamos o caso da energia. As necessidades energéticas atuais são satisfeitas a nível mundial em cerca de 90% recorrendo a matérias fósseis, cuja quantidade deste recurso é por definição limitada, para além de ser uma energia com impactos negativos no ambiente como foi referido já atrás. A energia nuclear é considerada uma alternativa de baixas emissões de carbono quando comparada com os combustíveis fósseis e representa uma componente do cabaz energético de muitos países. No entanto, na sequência do desastre de Chernobil em 1986 e da catástrofe nuclear de Fukushima, no Japão, em 2011, a energia nuclear tornou-se muito controversa. Por exemplo, a decisão da Alemanha de abandonar progressivamente a energia nuclear até 2020, bem como o encerramento temporário de dois reatores belgas, após se terem descoberto fissuras nas suas cubas, aumentaram a pressão para o abandono da energia nuclear na Europa.

A energia proveniente de fontes renováveis constitui uma alternativa essencial aos combustíveis fósseis. A figura 1 mostra diversas fontes de energia não fósseis renováveis, nomeadamente, *eólica*, *solar*, *aerotérmica*<sup>17</sup>, *geotérmica*<sup>18</sup>, *hidrotérmica*<sup>19</sup> e *oceânica*, *hidráulica*, de *biomassa*, de *gases dos aterros*, de *gases das instalações de tratamento de águas residuais* e *biogases* (Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009).



Figura 1 - Energia proveniente de fontes renováveis. Fonte: Elaboração do autor

Neste contexto, deverá ser incluída a energia presente nos oceanos e noutras massas de água sob a forma de ondas, correntes marinhas, marés, gradientes de energia térmica oceânica e gradientes de salinidade.

Quais as vantagens de se recorrer às fontes de energia renováveis?

De acordo com o Livro Verde para uma Estratégia Comum (Comissão das Comunidades Europeias, 1996), para além de ser consentâneo com a estratégia global de desenvolvimento sustentável e da opinião pública ser favorável, o recurso às fontes de energia renováveis permite:

- Reduzir a dependência das importações de energia e assegurar assim a segurança do aprovisionamento;
- Contribui para melhorar a competitividade global da indústria;
- Tem efeitos positivos no desenvolvimento regional e no emprego. As centrais de biogás, por exemplo, podem prestar um contributo determinante para o desenvolvimento sustentável nas zonas rurais e abrir novas perspectivas de rendimento aos agricultores, devido ao seu carácter descentralizado e à estrutura de investimento regional. No que se refere ao emprego, as energias renováveis podem empregar milhões de pessoas. A indústria europeia, por exemplo, líder global no desenvolvimento de novas gerações de tecnologias para energias renováveis, emprega correntemente cerca de 1,5 milhões de pessoas, e as estimativas sugerem que este número pode aumentar para 4,5 milhões em 2020 (Kerebel, 2013);
- A utilização de materiais agrícolas, como o *estrume*, o *chorume* e outros resíduos de origem animal e orgânica, na produção de biogás tem vantagens significativas em termos ambientais, devido ao seu elevado potencial de redução das emissões de gases com efeito de estufa, quer no quadro da produção de calor e de electricidade, quer no da produção de biocombustíveis.

Ou seja, de um modo geral é o subsector que se destaca em termos de capacidade para a redução das emissões de gases com efeito de estufa e da poluição, para a exploração de fontes de energia locais e descentralizadas<sup>20</sup>, e para o incentivo a indústrias da alta tecnologia, para além de permitir a redução da dependência dos países em termos de importação de combustíveis fósseis.

No entanto, a generalização da utilização das energias renováveis confronta-se com alguns obstáculos (Comissão das Comunidades Europeias, 1996), como sejam, por exemplo:

- Investimentos elevados e períodos de recuperação dos mesmos muito longos;
- Desconhecimento do potencial deste tipo de energias por parte dos diferentes atores envolvidos na tomada de decisões;
- Resistência à mudança;
- Problemas técnicos e económicos de ligação às redes centralizadas, por exemplo: de electricidade;



- Existência de dificuldades associadas às flutuações sazonais de certas energias, por exemplo: a eólica e a solar;
- Algumas energias, como é o caso dos biocombustíveis, requerem uma infraestrutura apropriada.

No ponto seguinte discutir-se-á a energia renovável obtida por transformação química da biomassa, a bioenergia, como uma das componentes da matriz energética.

### 3. A bioenergia como componente importante da matriz energética

Nos últimos anos assiste-se a um novo interesse pela bioenergia, uma *bioenergia moderna*, tanto no mundo desenvolvido como no mundo em desenvolvimento.

A partir da *biomassa*, ou seja, «a fração biodegradável de produtos, resíduos e detritos de origem biológica provenientes da agricultura (incluindo substâncias de origem vegetal e animal), da exploração florestal e de indústrias afins, incluindo da pesca e da aquicultura, bem como a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos» (Comité Económico e Social Europeu, 2013) pode obter-se a *bioenergia* que, em função do seu estado físico, pode ser classificada como: «*biomassa sólida, de origem florestal ou do cultivo, os resíduos de origem vegetal e animal decorrentes das atividades agrícolas*»; *biogás*: «*gás resultante da fermentação da biomassa sem oxigénio à semelhança dos resíduos urbanos, estrume animal, resíduos agrícolas e agroindustriais, lamas industriais, biomassa lenhosa*»; *biolíquidos e biocombustíveis* «*produzidos a partir de óleos vegetais (colza<sup>21</sup>, soja, sementes de girassol, frutos de palma), de culturas açucareiras, de matérias amiláceas<sup>22</sup> celulósicas (beterraba, cana-de-açúcar, milho, trigo, cana-palustre) e também os biolíquidos obtidos a partir do processo de pirólise<sup>23</sup> da biomassa*». Segundo Vakkilainen, Kuparinen & Heinimö (2013), atualmente, a biomassa representa cerca de 10% da oferta global de energia.

A bioenergia é, essencialmente, a energia proveniente da biomassa (*European Environment Agency*, 2008): à medida que se desenvolvem, as plantas captam a luz solar e o dióxido de carbono, armazenando energia na matéria orgânica que produzem<sup>24</sup>.

Atualmente, a bioenergia está a tornar-se um grande negócio. É já a fonte de energia renovável dominante nalgumas regiões, por exemplo na Europa, e a sua produção provavelmente irá aumentar significativamente nas próximas décadas.

Como alternativa aos combustíveis fósseis, muitos governos decidiram desenvolver a bioenergia, mas sem uma análise dos riscos e benefícios envolvidos.

#### 3.1 Perspetivas energéticas, ambientais e socioeconómicas da bioenergia

O mundo vive atualmente três crises inter-relacionadas no contexto de uma crise global: a *crise energética*, a *crise climática* e a *crise da segurança alimentar* como se mostra a figura 2.



Figura 2 – Crises interrelacionadas. Fonte: Elaboração do autor

A crise energética, conjuntamente refletida na volatilidade do preço do petróleo e seus derivados e, estruturalmente devido à necessidade de se substituir essa fonte energética por outras renováveis. A crise climática, resultante do aquecimento global provocado pela emissão de gases que causam o efeito estufa, o que obriga a que sejam adotadas fontes de energia não poluentes. A crise da segurança alimentar, principalmente entre as populações mais pobres do mundo, devido ao aumento do preço dos alimentos (Júnior; Libânio; Galinkin & Oliveira, 2009).

O desenvolvimento da bioenergia provocou uma grande preocupação acerca da sua viabilidade económica, social e ambiental, devido aos seus impactes negativos em particular na segurança alimentar<sup>25</sup> pela substituição da produção de alimentos básicos e os seus efeitos no ambiente. Segundo a FAO (2009) a segurança alimentar e nutricional mundial deteriorou-se e constitui uma grave ameaça para a paz e a segurança nacional e internacional<sup>26</sup>; mais de 840 milhões de pessoas, cerca de 12 % da população mundial, carecem de uma alimentação adequada para terem uma vida ativa e saudável<sup>27</sup> (FAO, IFAD & WFP, 2013).

Mas, também o movimento em direção a uma produção em larga escala de bioenergia traz um risco ambiental considerável, sobretudo em termos da alteração do uso dos solos de cultivo. Os solos e as plantas são dois dos maiores reservatórios de CO<sub>2</sub> nos solos de cultivo, contendo duas vezes mais carbono que a atmosfera. Transformar floresta, terreno turfoso ou pastagens em massa para a produção de biocombustível, por exemplo, iria libertar mais CO<sub>2</sub> do que reduzi-lo.

Expandir a produção de culturas aráveis nas diversas regiões do mundo para satisfazer a necessidade conjunta de alimentos e de combustíveis poderá acarretar graves impactes na biodiversidade<sup>28</sup> dessas regiões, bem como, causar danos aos solos<sup>29</sup> e recursos hídricos.

Os efeitos de reação em cadeia, conhecidos como *alterações indiretas do uso dos solos* (Comissão Europeia, 2012) teriam impacte noutras partes do mundo: à medida que uma dada região reduzisse as exportações de alimentos, outras zonas do planeta aumentariam a produção de alimentos para preencherem a lacuna. Os impactes nos preços mundiais dos alimentos poderiam ser significativos.

Mas, os riscos poderão ser minorados através da escolha correta das culturas e da sua gestão. A questão que se coloca é se se poderá desenvolver de forma rápida o uso da bioenergia, para satisfação das necessidades energéticas, sem pôr em causa a segurança alimentar e sem danificar o ambiente<sup>30</sup>. A figura 3 pretende mostrar o ciclo de vida da produção de bioenergia simplificado.

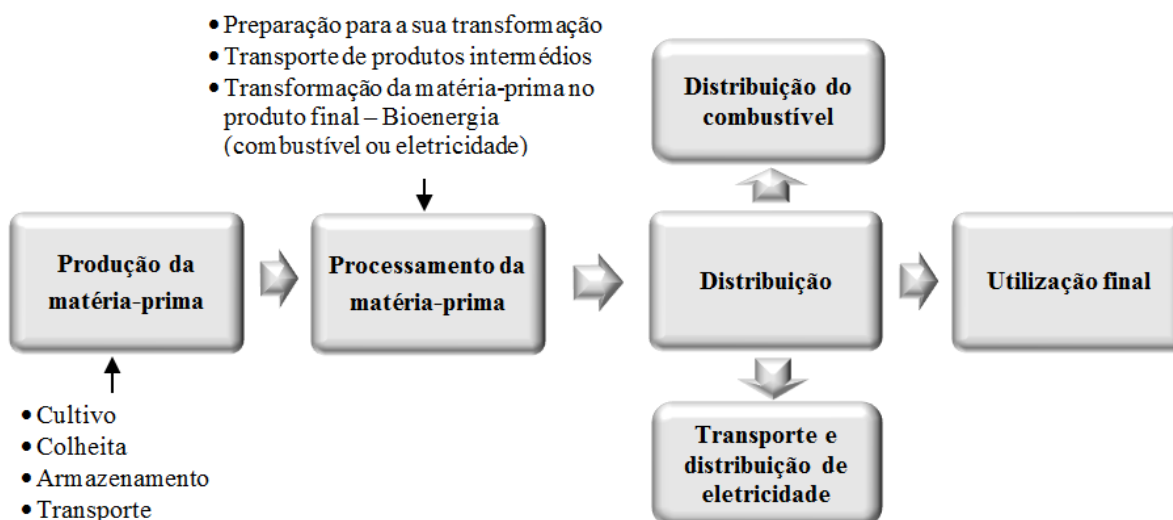


Figura 3 – Ciclo de vida da bioenergia. Fonte: Adaptado de FAO, 2011, p. 211

Nos últimos anos, surgiram várias iniciativas, que irão ser referidas mais adiante, para abordar as repercussões ambientais e socioeconómicas associadas à bioenergia, em particular à produção de biocombustíveis ou de matérias-primas específicas para produzir biocombustíveis.

A produção de bioenergia passa pela produção da matéria-prima (que envolve o cultivo, a colheita e o seu armazenamento) e o seu processamento (preparação da matéria-prima para a sua transformação, transporte de produtos intermédios e a transformação da matéria-prima no produto final – Bioenergia: combustível ou eletricidade).

A disponibilização da bioenergia para utilização final passa pela sua distribuição sob a forma de combustível ou sob a forma de eletricidade.

O impacto socioeconómico das bioenergias depende em grande medida do seu custo<sup>31</sup> e dos seus benefícios<sup>32</sup>. De acordo com o Comité Económico e Social Europeu, *o atual sistema de produção de biomassa para fins energéticos tem um impacto no território, na economia, nos preços e na sociedade no seu conjunto, pelo que, estes efeitos devem ser avaliados para corrigir as ineficiências e as distorções que se verifiquem*.

O desenvolvimento da bioenergia tem implicações para a segurança alimentar quer por razões relacionadas com os preços quer com fatores territoriais. O efeito direto sobre os preços está relacionado com a procura de biocombustíveis (o mercado da energia é maior do que o agrícola em termos de valor). Os preços da energia influenciam os preços agrícolas de culturas energéticas, dado que o aumento da procura de energia obtida a partir de produtos agrícolas determina o seu preço mínimo e o máximo. Por exemplo, os mercados mundiais dos cereais, do açúcar, e cada vez mais, das oleaginosas, são fortemente influenciados pela evolução dos biocombustíveis (OECD & FAO, 2007). A partir de determinado valor do preço a energia obtida a partir de culturas agrícolas, poderá não ser competitiva, quando comparada com outras fontes de energia renovável, como a eólica, a fotovoltaica ou a geotérmica. Por outro lado existe outro problema, os preços da energia mais elevados contribuíram para o aumento do custo dos fatores de produção agrícola.

A bioenergia é uma solução potencialmente viável, que poderá estimular as áreas economicamente carenciadas e subaproveitadas do ponto de vista agrícola, em especial desenvolvendo as cadeias nas distintas fases de produção, colheita, transporte e transformação. Também do ponto de vista económico e do emprego é possível alcançar objetivos positivos.

A utilização de zonas arborizadas para fins de produção de energia pode permitir a reabilitação das *comunidades territoriais* agroflorestais, devido a uma maior gestão do território e à proteção das zonas florestais. Poderá igualmente reforçar a capacidade dos ecossistemas florestais para o desempenho das suas funções principais, que consistem na produção de biomassa lenhosa e na proteção do património natural e da fertilidade do solo.

A bioenergia só é considerada renovável e sustentável sob determinadas condições (FAO, 2008) pelo que gera alguma controvérsia. Stern (2009) estabeleceu o «*triângulo da bioenergia*» onde os três vértices correspondem a: alterações climáticas, uso do solo e sistemas energéticos. E, segundo este autor a bioenergia só é sustentável, se os três elementos se encontrarem em equilíbrio.

*A particularidade dos biocombustíveis.* Promoveu-se a bioenergia, e especialmente os biocombustíveis líquidos, como um meio para diminuir a dependência energética, o desenvolvimento rural e a redução dos efeitos das emissões de gases com efeito de estufa (IAC, 2007).

A nível mundial, a procura dos biocombustíveis é um dos muitos fatores que contribuem para o recente aumento dos preços dos alimentos, juntamente com as secas nos principais países produtores, o aumento do consumo de carne e a subida dos preços do petróleo, entre outros aspetos. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico<sup>33</sup> (OCDE), as atuais medidas e propostas de apoio aos biocombustíveis na União Europeia e nos Estados Unidos irão provocar, a médio prazo, um aumento médio dos preços do trigo, do milho e dos óleos vegetais em cerca de 8%, 10% e 33%, respetivamente.

Os biocombustíveis constituem uma fonte de energia renovável, como se referiu anteriormente, derivada de produtos agrícolas como a biomassa florestal, a cana-de-açúcar, as plantas oleaginosas e outras fontes de matéria orgânica.

Os biocombustíveis são divididos, normalmente, em *biocombustíveis de primeira geração*<sup>34</sup> e *biocombustíveis de segunda geração*<sup>35</sup> (Lee & Shah, 2013) como se pode ver no esquema da figura 4.

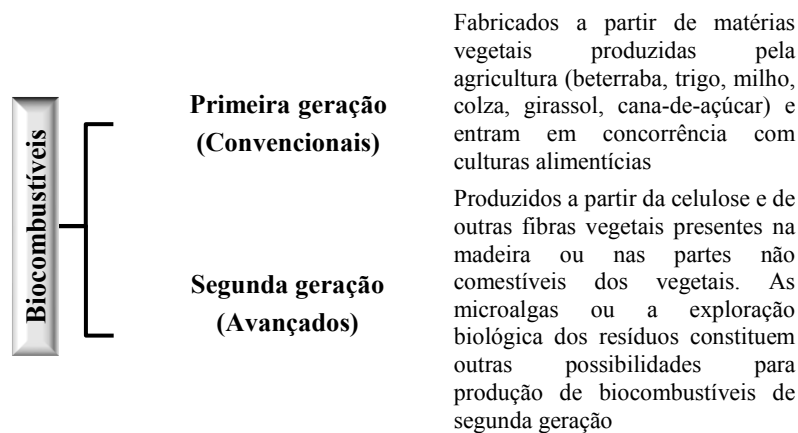


Figura 4 – Biocombustíveis. Fonte: Elaboração do autor

Os biocombustíveis são utilizados por exemplo, no setor dos transportes, de modo a torná-lo um setor mais ecológico. Podem ser usados tanto isoladamente, como adicionados aos combustíveis convencionais; exemplos de biocombustíveis: o *biodiesel*<sup>36</sup>, o *Bioetanol*<sup>37</sup>, o *Biometanol*<sup>38</sup> ou o *Biogás*<sup>39</sup> entre outros. Apesar da expectativa associada à sua utilização ser grande, no entanto é preciso avaliar cuidadosamente e salvaguardar o balanço energético da produção dos biocombustíveis e das emissões para a atmosfera, bem como os efeitos sobre os solos e nos ecossistemas naturais em que são produzidos.

No que se refere à alteração do uso do solo, o aumento do consumo mundial de alimentos e a procura suplementar dos biocombustíveis, estão a levar a um crescimento mundial dos solos cultiváveis em detrimento das pastagens naturais e das florestas tropicais. Isto é um aspeto importante a ter em conta porque a desflorestação e as práticas agrícolas são atualmente responsáveis por um número calculado em 20%, das emissões mundiais de gás com efeito de estufa. A conversão em larga escala de florestas em terras agrícolas aráveis, aumenta esta quota e tem graves impactes na biodiversidade; a vida selvagem e, a quantidade e a qualidade da água, poderão também sofrer impactes negativos, se grandes áreas de habitats naturais ou de produção agrícola tradicional fossem convertidas para a produção intensiva de bioenergia.

*O papel dos decisores políticos.* Devido a que muitos dos benefícios e custos ambientais (Tietenberg & Lewis, 2009) e sociais da bioenergia, não têm um preço de mercado, deixar o seu desenvolvimento ao livre arbítrio do mercado conduzirá, muito provavelmente, a que não se obtenham os melhores resultados. Os decisores políticos e as instituições públicas têm vários e importantes papéis a desempenhar para assegurar bons resultados, sendo necessário identificar os seus papéis e as políticas necessárias, para assegurar o desenvolvimento da bioenergia, de forma economicamente eficiente e compatível com a redução da pobreza e com a problemática do aquecimento global (Hazell & Pachauari, 2006) para além de outros aspetos.

As expectativas em relação à biomassa como fonte de energia são elevadas, contudo, existem riscos associados à sua utilização em grande escala, pois poderá provocar danos na natureza e no ambiente, e ter efeitos sociais e económicos adversos no dizer de Jacqueline Cramer: «*The expectations with regard to biomass as a source of sustainable energy are high. But there are also certain risks attached to the large-scale use of biomass. It may lead to damage to nature and the environment and to detrimental social and economic effects*» (Cramer, 2007).

Muitas são as temáticas relacionadas com a bioenergia, desde o fornecimento e comercialização, processamento da biomassa, produção de energia, biocombustíveis, entre outras.

## 4. Instrumentos para a formulação de políticas para o desenvolvimento sustentável da bioenergia

O interesse pela bioenergia *moderna*, como fonte potencial de energia renovável e eventuais riscos associados à sua produção, levou a que surgissem diversas iniciativas e ferramentas para a formulação de políticas.

O desenvolvimento da bioenergia *moderna* pode ter, através de impactes ambientais e socioeconómicos, efeitos positivos ou negativos nas quatro dimensões da segurança alimentar: *disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade* (Rossi & Cadoni, 2012).

Por exemplo, a bioenergia poderá criar oportunidades de emprego e geração de rendimentos, com efeitos positivos no acesso da população aos alimentos. Pelo contrário, se não se implementarem boas-práticas, quer ambientais (Rossi, 2012) quer socioeconómicas (Beall & Rossi, 2011), a produção de bioenergia pode desembocar em efeitos negativos sobre a capacidade produtiva dos solos ou sobre a quantidade e qualidade da água, com repercussões negativas para a segurança alimentar.

Tanto a natureza, como a magnitude dos impactes da produção de bioenergia sobre a segurança alimentar, dependerão de uma série de fatores, relacionados principalmente com o tipo de bioenergia em questão, o modo como se gere a sua produção, e o contexto ambiental, socioeconómico e político, em que se desenrola<sup>40</sup>.

### 4.1 Bioenergia Sustentável: Iniciativas

Nos últimos anos surgiram várias iniciativas, para abordar as repercussões ambientais e socioeconómicas, associadas à produção de biocombustíveis ou de matérias-primas específicas para produzir biocombustíveis.

Estas iniciativas compreendem, quadros regulamentares, normas voluntárias, sistemas de certificação e fichas de avaliação. Algumas destas iniciativas cobrem toda a cadeia de fornecimento, enquanto outras abarcam, somente, parte da mesma.

Apresenta-se a seguir, a título de exemplo, um conjunto não exaustivo destas iniciativas (FAO, s/d).

Quadros regulamentares

- *Biofuels Life Cycle Assessment Ordinance*<sup>41</sup> (BLCAO) - Suíça (DETEC, 2009).
- *Biomass Sustainability Order* (BioNachV) - Alemanha (2007).
- *EU Renewable Energy Directive* (RED) (2009) - Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril de 2009.
- *Low Carbon Fuel Standard* (LCFS) - Estado da Califórnia, Estados Unidos da América. O programa foi implementado em 2011 (CalETC, 2013).
- *Regulation of Fuels and Fuel Additives* (RFS2) - Estados Unidos da América (2010).
- *Renewable Transport Fuel Obligation*<sup>42</sup> (RTFO) - Reino Unido (2008).
- Selo Combustível Social<sup>43</sup> - Brasil (2009).
- *Testing Framework for Sustainable Biomass* («Cramer Criteria») - Holanda (2007).

Normas voluntárias e sistemas de certificação

- *Basel Criteria for Responsible Soy Production* (2004)
- *Bonsucro*<sup>44</sup> *Production Standard* (BONSUCRO<sup>45</sup>) (2011)
- *Council on Sustainable Biomass Production* (CSBP) (2010)
- *Global Bioenergy Partnership* (GBEP)
- *Green Gold Label 2: Agriculture Source Criteria* (GGLS2)

- *International Sustainability & Carbon Certification (ISCC)*
- *Forest Stewardship Council (FSC)*
- *Nordic Ecolabelling of Fuels*
- *Roundtable on Responsible Soy (RTRS)*
- *Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB)*
- *Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO)*
- *SEKAB Verified Sustainable Ethanol Initiative*
- *Sustainable Biodiesel Alliance (SBA)*

Fichas de avaliação

- *Inter-American Development Bank (IDB) Biofuels Sustainability Scorecard*
- *WB/WWF Biofuels Environmental Sustainability Scorecard*

Uma parte destas iniciativas encontra-se na fase de desenvolvimento ou na fase de experimentação. Outras, já se encontram na fase de execução ou implementação. Porém, algumas delas concluíram-se mas nunca foram adotadas.

#### **4.2 Bioenergia e Segurança Alimentar**

Como foi dito atrás, o desenvolvimento da bioenergia, provocou uma grande preocupação acerca da sua viabilidade económica, social e ambiental, em particular, os possíveis impactes negativos na segurança alimentar. Surgiram, então, instrumentos de avaliação dos impactes ambientais e socioeconómicos da produção de bioenergia, bem como, indicadores para promover o desenvolvimento sustentável da bioenergia.

O *Bioenergy and Food Security Project (BEFS)*. Perante a preocupação referida anteriormente, a *Food and Agriculture Organization of the United Nations*<sup>46</sup> (FAO) - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação -, com o apoio financeiro proporcionado pelo *Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)*, em inglês, *Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection*, criaram o *Bioenergy and Food Security Project (BEFS)* (Projeto sobre Bioenergia e Segurança Alimentar) para avaliar como os avanços científico e tecnológico, no domínio da bioenergia, se podem implementar sem pôr em causa a segurança alimentar.

A abordagem BEFS, da FAO, tem o seu enfoque no problema da segurança alimentar, consistindo num conjunto multidisciplinar e integrado de ferramentas, e linhas de orientação de boas práticas (Beall & Rossi, 2011), para apoio ao processo de desenvolvimento e implementação de políticas no âmbito da bioenergia sustentável (Rossi & Paola, 2012).

A informação gerada através da análise BEFS é valiosa, pois permite perceber a interação entre a disponibilidade de recursos naturais, o potencial de produção de bioenergia, o desenvolvimento rural e a segurança alimentar. Através desta análise é possível, também, identificar os riscos, oportunidades e definir estratégias. Esta informação é útil para a tomada de decisões, no âmbito das políticas públicas.

O modelo BEFS foi implementado em alguns países<sup>47</sup> como o Perú (Khwaja, 2010; Felix & Rosell, 2010a; Felix & Rosell, 2010b), a Tanzânia (Maltsoglou & Khwaja, 2010; Beall, 2012) e a Tailândia (Salvatore & Damen, 2010; Damen, 2009; Damen, 2010).

Os impactes das intervenções no domínio da bioenergia nem sempre são claros. Com o fim de influir positivamente nos resultados da segurança alimentar, é importante considerar as relações entre os recursos naturais, intervenções no âmbito da bioenergia e segurança alimentar. Desta forma, a abordagem BEFS identifica quatro áreas-chave de análise necessárias, para examinar como são afetados os resultados da segurança alimentar:

- Análise de diagnóstico

- Análise dos recursos naturais
- Análise técnico-económica e ambiental
- Análise socioeconómica

O quadro 1 mostra as áreas-chave objeto de análise e as ferramentas utilizadas na abordagem BEFS.

| Área de análise               | Ferramenta  |
|-------------------------------|---|
| Diagnóstico                   | Perspetiva Agrícola   |
| Recursos naturais             | Avaliação de solos<br>Gestão dos recursos hídricos<br>Biomassa florestal e resíduos |
| Técnico-económica e ambiental | Custo de produção dos biocombustíveis<br>Emissões de gases com efeito de estufa     |
| Análise socioeconómica        | Efeitos gerais na economia<br>Segurança alimentar e vulnerabilidade das famílias    |

Quadro 1 – Áreas de análise e respetivas ferramentas. Fonte: FAO, 2010, p. 13

As ferramentas da abordagem BEFS consideram uma série de instrumentos para compreender as compensações e interações-chave entre a segurança alimentar, o uso dos recursos naturais para a bioenergia e a estrutura da indústria bioenergética que se encontram esquematizados na figura 5.

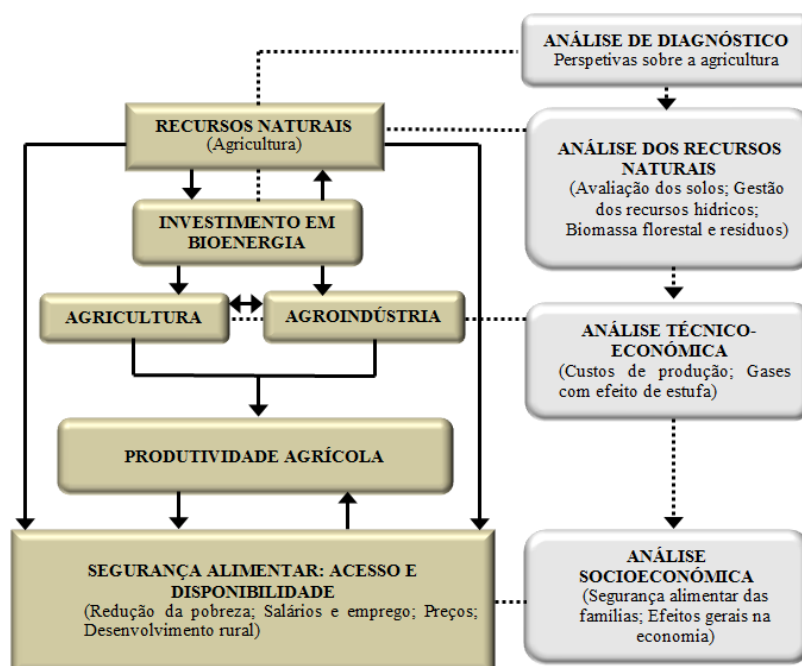


Figura 5 – Abordagem BEFS. Fonte: Baseado em FAO, 2010, p. 14

Complementarmente ao Modelo BEFS, a *Global Bioenergy Partnership*, desenvolveu um conjunto de 24 indicadores que irão ser abordados no ponto seguinte.

### 4.3 Indicadores de sustentabilidade para a bioenergia da *Global Bioenergy Partnership*

A *Global Bioenergy Partnership*<sup>48</sup> (GBEP) (FAO, 2011) desenvolveu um conjunto de medidas e indicadores com base científica, considerados tecnicamente sólidos e relevantes. Os indicadores desenvolvidos, constituem um referencial para avaliar a relação entre a produção e utilização da bioenergia *moderna* e desenvolvimento sustentável. Os indicadores foram intencionalmente concebidos para disponibilizar informação sobre os aspetos ambientais, sociais e económicos do desenvolvimento sustentável. Os critérios de seleção dos indicadores assentam: na *relevância*, no *sentido prático* e na *base científica*<sup>49</sup>.

O desenvolvimento dos indicadores assentou em três pilares e na sua inter-relação como mostra a figura 6: o social, o ambiental, e o económico.

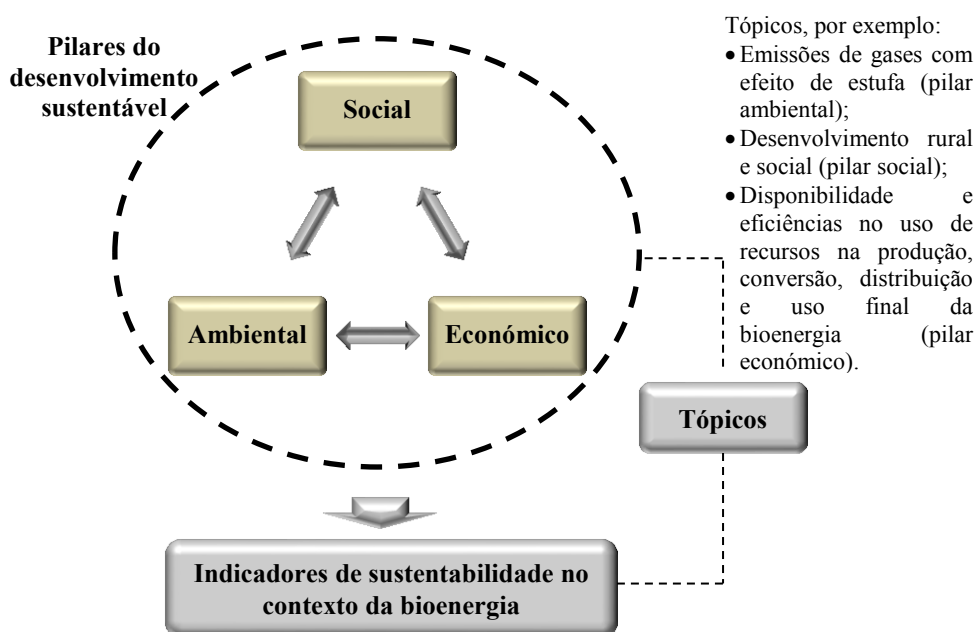


Figura 6 – Modelo GBEP. Fonte: Elaboração do autor

Os indicadores considerados fundamentais e relevantes pela GBEP para a segurança alimentar são (FAO, 2011):

- Preço e oferta de um cabaz alimentar nacional;
- Uso do solo e alteração do uso do solo relacionados com a produção de matéria-prima para a bioenergia;
- Alocação e posse do solo para nova produção de bioenergia;
- Alteração no rendimento disponível das pessoas;
- Bioenergia usada para aumentar o acesso a serviços modernos de energia;
- Infraestrutura e logística para a distribuição da bioenergia.

Por exemplo, o indicador de preço e oferta de um cabaz alimentar nacional, constitui uma abordagem tecnicamente sólida para avaliar os efeitos da bioenergia sobre um conjunto, determinado nacionalmente, de produtos alimentares representativos, incluindo as principais culturas básicas. Para além de outros aspetos, considera a influência das alterações nos preços dos alimentos sobre os níveis de bem-estar social.

Ao desenvolver os indicadores de sustentabilidade (24 indicadores) para a bioenergia e metodologia associada, a GBEP, proporcionou uma ferramenta para a conceção de políticas e programas no domínio da bioenergia, e concomitantemente, para interpretar e dar resposta aos diversos impactes resultantes da sua



produção e utilização. O conjunto de indicadores relevantes para a segurança alimentar, é complementado por indicadores adicionais que monitorizam os fatores económicos, ambientais e sociais que afetam a segurança alimentar, incluindo: os empregos no setor da bioenergia, a diversidade biológica no ambiente natural, a qualidade do solo, o uso e a eficiência da água e a produtividade.

De acordo com o estudo «*Fazer que os Sistemas Integrados de Alimentos – Energia trabalhem para as Pessoas e o Clima*» (FAO, 2011) a produção sustentável de alimentos e de energia, de forma integrada, conduz a uma melhoria da segurança alimentar e energética de um país, reduzindo simultaneamente a pobreza e mitigando as alterações climáticas, identificadas como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas que o planeta e a humanidade enfrentam na atualidade.

## **5. Considerações finais**

O mundo vive uma crise global, onde várias crises eclodiram, nomeadamente, a crise energética, a crise climática e a crise alimentar.

As alterações climáticas, a dependência crescente do petróleo e de outros combustíveis fósseis, a dependência da crescente importação, a pressão exercida sobre os recursos energéticos, o abastecimento seguro e os custos crescentes da energia entre outros aspetos, estão a tornar as sociedades e economias vulneráveis.

Para assegurar a sustentabilidade do atual paradigma global de desenvolvimento é necessário dispor de energia, a preços aceitáveis e estáveis. Por outro lado, apela-se à transição para uma energia mais ecológica, dado que há razões que recomendam a redução da dependência dos combustíveis fósseis à escala mundial, em particular razões ambientais.

A bioenergia é uma solução potencialmente viável, em termos energéticos, que pode trazer benefícios. Poderá estimular as áreas economicamente carenciadas e subaproveitadas do ponto de vista agrícola, em especial desenvolvendo as cadeias nas distintas fases de produção, colheita, transporte e transformação da matéria-prima. A utilização de zonas arborizadas para fins de produção de energia poderá permitir a reabilitação das comunidades territoriais agroflorestais, devido a uma melhor gestão do território e à proteção das zonas florestais. Poderá, igualmente, reforçar a capacidade dos ecossistemas florestais para o desempenho das suas funções principais, que consistem na produção de biomassa lenhosa e na proteção do património natural e da fertilidade do solo. Também, sob o ponto de vista económico e do emprego, é possível alcançar objetivos potencialmente positivos.

No entanto, se o recurso à bioenergia pode proporcionar benefícios, também é verdade que se não for produzida de forma sustentável, acarretará diversos riscos. O risco, conceito concomitantemente abrangente e ambíguo, com múltiplas dimensões, está de forma indissociável entrelaçado a outros conceitos relevantes socialmente, como a responsabilidade, a segurança e a incerteza (como variável natural ou aleatória, ou resultante de um conhecimento escasso ou incompleto). A produção da bioenergia pode ter impactos negativos, nomeadamente, na biodiversidade, nos recursos hídricos e na segurança alimentar.

A bioenergia, é algo mais, do que uma mera questão de utilização de solos e de emissões de gases com efeito de estufa. O debate sobre esta fonte de energia não deverá limitar-se a uma simples comparação das emissões de gases com efeito de estufa, resultantes de fontes de energia não renováveis e renováveis. Excluir questões como, por exemplo, a segurança do aprovisionamento e suas estruturas, questões como as relacionadas com as reservas finitas das energias e matérias-primas fósseis e os aspetos sociais (por exemplo, o afastamento de pequenos agricultores e a evolução dos preços nos mercados de produtos alimentares) é uma visão redutora. Estes aspetos, dificilmente podem ser determinados, recorrendo a cálculos matemáticos e equivalências, em termos de emissões de gases com efeito de estufa.

As políticas em matéria de bioenergia deverão ter em atenção o carácter finito do recurso «*solo*» e, conseqüentemente, da biomassa, o desempenho e a eficiência energética das diversas formas de bioenergia, incluindo o potencial de redução de gases com efeito de estufa, e a viabilidade económica. Deverão ser estabelecidas políticas, coerentes, de modo a evitar o surgimento de novos problemas no futuro. Por

exemplo, a inexistência de planeamento e/ou regulamentação do uso do solo, ou o seu incumprimento, poderá conduzir ao aumento da desflorestação e à degradação do solo, o que pode ter um impacto negativo geral, no que concerne às alterações climáticas. Devem ser valorizadas as potencialidades do solo, salvaguardando a sua qualidade e a realização das suas funções económicas, sociais, culturais e ambientais, enquanto suporte físico e de enquadramento cultural para as pessoas e suas atividades, fonte de matérias-primas e de produção de biomassa, reservatório de carbono e reserva de biodiversidade.

Face à grande preocupação acerca da viabilidade da bioenergia, em particular, os possíveis impactos negativos na segurança alimentar, surgiram diversos instrumentos no domínio do desenvolvimento sustentável da bioenergia, como é o caso do *Bioenergy and Food Security Project* (BEFS) e dos Indicadores de sustentabilidade para a bioenergia da *Global Bioenergy Partnership*, destinados a apoiar os decisores políticos e outros atores intervenientes nesta matéria.

Existindo uma complexa teia de interações e inter-relações onde se movem interesses diversos, a Universidade é um ator social importante, não devendo ser excluído o seu contributo para o debate e investigação no campo da bioenergia.

## Referências bibliográficas

Beall, Elizabeth & Rossi, Andrea (2011). *Buenas Prácticas Socio-económicas en la Producción Moderna de Bioenergía: Minimizar los Riesgos y Aumentar las Oportunidades para la Seguridad Alimentaria*. Roma/Italia: FAO.

Beall, Elizabeth & Rossi, Andrea (2011). *Good Socio-economic Practices in modern Bioenergy Production: Minimizing Risks and Increasing Opportunities for Food Security*. Rome/Italy: FAO.

Beall, Elizabeth (2012). *Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Tanzania - I Sunflower Biodiesel, Water, and Household Food Security*. Rome/Italy: FAO. ISBN: 978-92-5-107333-9.

BONSUCRO (2011a). *Bonsucro Production Standard, Including Bonsucro EU Bonsucro Production Standard*. London: BONSUCRO.

BONSUCRO (2011b). *Audit Guidance for the Production Standard, Including Bonsucro EU Audit Guidance for the Production Standard*. Recuperado em 03 de Janeiro, 2014, de <http://bonsucro.com/site/wp-content/uploads/2013/02/Audit-Guidance-for-the-Production-Standard.pdf>.

CalETC (2013). *California's Low Carbon Fuel Standard: Compliance Outlook for 2020*. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de [http://www.ceres.org/resources/reports/california2019s-low-carbon-fuel-standard-compliance-outlook-for-2020\\_](http://www.ceres.org/resources/reports/california2019s-low-carbon-fuel-standard-compliance-outlook-for-2020_)

Comissão das Comunidades Europeias (1996). *Energia para o Futuro: Fontes Renováveis de Energia - Livro Verde para uma Estratégia Comum*. COM(96) 576 final. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.

Comissão das Comunidades Europeias (2007). *Roteiro das Energias Renováveis: Energias Renováveis no Século XXI - Construir um Futuro mais Sustentável*. COM(2006) 848 final. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias. [Não publicada no Jornal Oficial da União Europeia].

Comissão Europeia (2012). *Resumo da Avaliação de Impacto Sobre as Alterações Indiretas do Uso do Solo Relacionadas com os Biocombustíveis e Biolíquidos*, SWD(2012) 344 final. Bruxelas: Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2013). *Compreender as Políticas da União Europeia: Energia*. Bruxelas, Bélgica: Serviço das Publicações da União Europeia. ISBN: 978-92-79-24130-7. DOI: 10.2775/49187.

Comité Económico e Social Europeu (2013). *Parecer do Comité Económico e Social Europeu sobre o tema «Segurança alimentar e bioenergia» (parecer de iniciativa) 2013/C 341/04*. Jornal Oficial da União Europeia, C 341, de 21 de novembro de 2013, pp. 16-20.

- Cramer, Jacqueline (2007). *Testing Framework for Sustainable Biomass: Final Report from the Project Group «Sustainable production of biomass»*. Energy Transition's Interdepartmental Programme Management (IPM). Netherlands.
- Damen, Beau (2009). FAO Uncovering Links Between Bioenergy and Food Security in Thailand. *Forest News*, Vol. XXIII, n. ° 3, July-September 2009, p. 13.
- Damen, Beau (2010). *BEFS Thailand: Key Results and Policy Recommendations for Future Bioenergy Development*. Rome/Italy: FAO. ISBN: 978-92-5-106647-8.
- DETEC (Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications) (2009). *DETEC Ordinance of 3 April 2009 on Proof of the Positive Aggregate Environmental Impact of Fuels from Renewable Feedstocks (Biofuels Life Cycle Assessment Ordinance, BLCAO)*, SR Number 641.611.21. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de <http://www.admin.ch/ch/e/rs/6/641.611.21.en.pdf>.
- Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (s/d). *Pirólise*. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de <http://www.priberam.pt/dlpo/pir%C3%B3lise>.
- Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril de 2009. *Relativa à Promoção da Utilização de Energia Proveniente de Fontes Renováveis que Altera e Subsequentemente Revoga as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE*. Jornal Oficial da União Europeia, L 140, de 5 de junho de 2009, pp. 16-62.
- Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009 *Relativa à Promoção da Utilização de Energia Proveniente de Fontes Renováveis que Altera e Subsequentemente Revoga as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE*. Jornal Oficial da União Europeia, L 140, pp. 16-62.
- EPA (2013). *EPA's Study of Hydraulic Fracturing and Its Potential Impact on Drinking Water Resources*. Recuperado em 27 de Dezembro, 2013, de <http://www2.epa.gov/hfstudy>.
- European Environment Agency (2008). *Maximising the Environmental Benefits of Europe's Bioenergy Potential: EEA Technical Report Series*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ISBN: 978-92-9167-375-9. DOI 10.2800/49213.
- FAO (2008). *Bosques Y Energía: Cuestiones Clave*. Roma/Italia: FAO. ISBN: 978-92-5-305985-0.
- FAO (s/d). *A Compilation of Bioenergy Sustainability Initiatives*. Acedido em janeiro 3, 2014, em <http://www.fao.org/energy/befs/compilation/en/>.
- FAO (2009). *Global Governance of Food Security*. Rome/Italy: FAO. Recuperado em 27 de Dezembro, 2013, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/018/k6367e.pdf>.
- FAO (2010). *Bioenergy and Food Security: The BEFS Analytical Framework*. Rome/Italy: FAO.
- FAO (2011). *The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy*. Rome/Italy: FAO. ISBN: 978-92-5-107249-3.
- FAO, IFAD & WFP (2013). *The State of Food Insecurity in the World 2013: The Multiple Dimensions of Food Security*. Rome/Italy: FAO. ISBN: 978-92-5-107916-4.
- Felix, Erika & Rosell, Cadmo (2010a). *Bioenergía y Seguridad Alimentaria "BEFS": El Análisis de BEFS para el Perú - Compendio Técnico, Volumen I, Resultados y Conclusiones*. Roma/Italia: FAO. ISSN: 2071-0992.
- Felix, Erika & Rosell, Cadmo (2010b). *Bioenergía y Seguridad Alimentaria "BEFS": El Análisis de BEFS para el Perú - Compendio Técnico, Volumen II, Metodologías*. Roma/Italia: FAO. ISSN: 2071-0992.
- Hazell, Peter & Pachauri, R. K. (2006). *Bioenergy and Agriculture: Promise and Challenges (Bioenergía y Agricultura: Promesas y Retos)*. International Food Policy Research Institute (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias) (IFPRI). Washington, DC/USA: IFPRI.

- IAC - InterAcademy Council (2007). *Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future, IAC Report*. Amsterdam/Netherlands: InterAcademy Council. ISBN: 978-90-6984-531-9.
- Infopédia (s/d). *Colza*. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de <http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/colza>.
- Infopédia (s/d). *Tsunâmi*. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de <http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/tsun%C3%A2mi>.
- Infopédia (s/d). *Combustão*. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de <http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/combust%C3%A3o>.
- Infopédia (s/d). *Combustíveis Fósseis*. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, em [http://www.infopedia.pt/\\$combustiveis-fosseis](http://www.infopedia.pt/$combustiveis-fosseis).
- IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York/USA: Cambridge University Press. ISBN: 978-1-107-02506-6. <http://ipcc.ch/>
- Júnior, Cícero Bley, Libânio, José Carlos, Galinkin, Maurício & Oliveira, Mauro Márcio (2009). *Agroenergia da Biomassa Residual: Perspectivas Energéticas, Socioeconômicas e Ambientais* (2<sup>nd</sup> ed.). Brasília: Technopolitik Editora. ISBN: 978-85-62313-02-8.
- Kerebel, Cécile (2013). *Energias Renováveis*. Parlamento Europeu. Recuperado em 27 de Dezembro, 2013, de [http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/pt/displayFtu.html?ftuId=FTU\\_5.7.4.html](http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/pt/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html).
- Khwaja, Yasmeen (2010). *Bioenergía y Seguridad Alimentaria "BEFS": El Análisis de BEFS para el Perú - Apoyo a la Política Bioenergética en Perú*. Roma/Italia: FAO. ISSN: 2071-0992.
- Lee, Sunggyu & Shah, Y. T. (2013). *Biofuels and Bioenergy: Processes and Technologies*. New York/USA: Taylor and Francis. ISBN: 978-1-4200-8955-4.
- Maltsoglou, Irini & Khwaja, Yasmeen (2010). *Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Tanzania*. Rome/Italy: FAO. ISSN: 2071-0992.
- OECD & IEA (2012). *Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a Clean Energy System*. IEA (International Energy Agency). Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ETP2012SUM.pdf>.
- OECD & FAO (2007). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2007-2016*. Paris: OCDE.
- Rossi, Andrea & Cadoni, Paola (2012). *Instrumentos Políticos para Promover Buenas Prácticas en la Producción de Materia Prima para Bioenergía*. Roma/Itália: FAO.
- Rossi, Andrea & Cadoni, Paola (2012). *Policy Instruments to Promote Good Practices in Bioenergy Feedstock Production*. Rome/Italy: FAO.
- Rossi, Andrea (ed.) (2012). *Good Environmental Practices in Bioenergy Feedstock Production: Making Bioenergy Work for Climate and Food Security*. Rome/Italy: FAO. ISBN: 978-92-5-107148-9.
- SAF (Secretaria da Agricultura Familiar) (s/d). *O Selo Combustível Social*. Recuperado em 3 de Janeiro, 2014, de <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel/2286313>.
- Salvatore, Mirella & Damen, Beau (2010). *Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Thailand*. Rome/Italy: FAO. ISBN: 978-92-5-106644-7.
- Santos, Filipe Duarte (2012). *Alterações Globais: Os Desafios e os Riscos Presentes e Futuros*. Lisboa: Fundação Manuel dos Santos. ISBN: 978-989-8424-55-6.
- Soromenho-Marques, Viriato (2009). Entre a Crise e o Colapso. O Desafio Ontológico das Alterações Climáticas. *Brotéria*, Vol. 169, pp. 749-759.

Stern, Michael (2009). *Bioenergy and Renewable Power Methane in Integrated 100 % Renewable Energy Systems: Limiting Global Warming by Transforming Energy Systems*. Kassel/Germany: Kassel University Press. ISBN: 978-3-89958-798-2.

Tietenberg, Tom & Lewis, Lynne (2009). *Environmental & Natural Resource Economics* (8th ed.). Boston/USA: Person. ISBN-13: 978-0-321-56046-9; ISBN-10: 0-321-5604-9.

Vakkilainen, Esa, Kuparinen, Katja & Heinimö, Jussi (2013). Large Industrial Users of Energy Biomass. IEA Bioenergy. Recuperado em 26 de Janeiro, 2014, de <http://www.bioenergytrade.org/downloads/t40-large-industrial-biomass-users.pdf>.

Velasco, Jaime González (2009). *Energías Renovables*. Barcelona/España: Ediciones Reverté. ISBN: 978-84-291-7912-5.

World Bank (2013). *World Development Report 2014: Risk and Opportunity - Managing Risk for Development*. Washington, DC: World Bank.

---

<sup>1</sup> O termo bioenergia poderia levar-nos a pensar que estamos perante uma prática inspirada nas teorias de Wilhelm Reich (1897-1957), médico e cientista, as quais visam restaurar o equilíbrio psicossomático pela libertação dos fluxos energéticos. Mas não. A bioenergia que vamos discutir refere-se à energia renovável, obtida, por transformação química da biomassa.

<sup>2</sup> Na União Europeia, por exemplo, cerca de 5 % do consumo final de energia é assegurado pela bioenergia. As projeções efetuadas para o Roteiro das Energias Renováveis (Comissão das Comunidades Europeias, 2007) apontam para a possibilidade de a utilização da biomassa duplicar, contribuindo para cerca de metade do esforço total necessário para atingir o objetivo de 20 % de energias renováveis em 2020.

<sup>3</sup> Vaga oceânica provocada por um tremor de terra submarino, por uma erupção vulcânica ou por um tufão; maremoto (Tsunami In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2014. Recuperado em 02 de Fevereiro, 2014, de <http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/tsun%C3%A2mi>).

<sup>4</sup> A energia é um conceito de vasta aplicação em física. É uma grandeza física que tradicionalmente se define como a capacidade de corpos e sistemas para realizar um trabalho. A energia pode adotar diversas formas, podendo transformar-se de uma noutra forma, ou seja, através de uma conversão de energia, embora não se crie nem se destrua, isto é, estamos perante o princípio da conservação da energia.

<sup>5</sup> Os preços da energia deveriam refletir os custos externos da geração e do consumo de energia, incluindo, se for caso disso, os custos ambientais, sociais e relativos à saúde.

<sup>6</sup> De acordo com a Infopédia, são «*substâncias formadas, em tempos geológicos recuados, por fossilização de matéria orgânica e que se podem combinar com o oxigénio, libertando energia com elevação da temperatura. Na sua formação intervêm fatores como a pressão, o calor, o tempo e a ação de bactérias anaeróbicas ... ocorrem na crosta terrestre sob a forma sólida (carvões), líquida (petróleo bruto) e gasosa (gás natural)*» (Combustíveis fósseis. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2013. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de [http://www.infopedia.pt/\\$combustiveis-fosseis](http://www.infopedia.pt/$combustiveis-fosseis)).

<sup>7</sup> O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é um gás incolor e inodoro, resultante da combinação de dois elementos simples: o carbono e o oxigénio. Produz-se pela combustão do carvão ou dos hidrocarbonetos, pela fermentação dos líquidos e pela respiração dos humanos e dos animais. É um gás mais denso que o ar e por isso acumula-se no solo, o que pode ter consequências perigosas.

<sup>8</sup> Reação exotérmica de uma substância combustível com um comburente (elemento cuja combinação com uma substância combustível permite a combustão), geralmente acompanhada de uma emissão de chama, incandescência e emissão de fumo (Combustão In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2013. Recuperado em 26 de Dezembro, 2013, de <http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/combust%C3%A3o>).

<sup>9</sup> Todo o ciclo de vida dos recursos, desde a sua extração, passando pela utilização na produção de bens e serviços e pela fase subsequente de utilização, até à fase de resíduos, provoca impactes ambientais.

<sup>10</sup> No caso dos recursos renováveis, como os peixes, a água potável e o solo, o panorama é diferente, devido à perda da biodiversidade e dos habitats.

<sup>11</sup> Carvão, petróleo e gás natural.

<sup>12</sup> Em língua inglesa, «*oil sands*» ou «*tar sands*». Uma das maiores reservas mundiais está situada em Alberta, no Canadá.

<sup>13</sup> Os xistos betuminosos resultam da evolução das lamias sapropélicas. Por destilação extrai-se, dos xistos betuminosos, hidrocarbonetos (até cerca de 10% do seu peso).

<sup>14</sup> Existem, atualmente, grandes lacunas no conhecimento, no que respeita aos potenciais impactes ambientais resultantes deste tipo de exploração. Como exemplo, a exploração de gás natural não convencional sob a forma de gás de xisto, tem provocado impactes graves no ambiente, devido à poluição da água consumida no processo de libertação do gás natural, com a tecnologia «*hydraulic fracturing*» (EPA, 2013).

<sup>15</sup> A 16 de outubro de cada ano é celebrado o Dia Mundial da Alimentação, recordando a data da criação da FAO.

<sup>16</sup> De acordo com a Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, a classificação do solo determina o destino básico do solo, com respeito pela sua natureza, e assenta na distinção entre solo rústico e solo urbano. O solo destinado à agricultura, de acordo com o artigo 10.º daquele projeto de diploma, insere-se no solo rústico, ou seja, «aquele que, pela sua reconhecida aptidão, se destine, nomeadamente, ao aproveitamento agrícola, pecuário, florestal, à conservação, valorização e exploração de recursos naturais, de recursos geológicos ou de recursos energéticos...».

<sup>17</sup> A energia armazenada sob a forma de calor no ar.

<sup>18</sup> A energia armazenada sob a forma de calor debaixo da superfície sólida da Terra.

<sup>19</sup> A energia armazenada sob a forma de calor nas águas superficiais.

<sup>20</sup> A transição para a produção descentralizada de energia tem muitas vantagens, tais como a utilização de fontes de energia locais, o reforço da segurança do abastecimento energético a nível local, o encurtamento das distâncias de transporte e a redução das perdas na transmissão de energia. A descentralização poderá promover o desenvolvimento comunitário e a coesão, proporcionando fontes de rendimento e criando postos de trabalho a nível local.

<sup>21</sup> Espécie de couve de cujas sementes se extrai um óleo (óleo de colza) (Colza *In* Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2014. Recuperado em 12 de Janeiro, 2014, de <http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/colza>).

<sup>22</sup> Que contém amido.

<sup>23</sup> Decomposição química de material orgânico que ocorre a elevadas temperaturas e sem a presença de oxigénio («Pirólise», in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013. Recuperado em 12 de Janeiro, 2014, de <http://www.priberam.pt/dlpo/pir%C3%B3lise>).

<sup>24</sup> As plantas armazenam a energia solar. A biomassa utilizada para energia é substituída graças ao crescimento das plantas ou à replantação, podendo assim ser considerada uma fonte de energia renovável.

<sup>25</sup> Segurança alimentar é o acesso de todas as pessoas, ao longo do tempo, a alimentos em quantidade suficiente, seguros e nutritivos que possam satisfazer as necessidades nutricionais e alimentares para uma vida ativa e saudável.

<sup>26</sup> Global Governance of Food Security, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/018/k6367e.pdf>.

<sup>27</sup> A grande maioria das pessoas subalimentadas vive em países em desenvolvimento, mas cerca de 15,7 % encontram-se nos países desenvolvidos (FAO, IFAD e WFP, 2013).

<sup>28</sup> A biodiversidade engloba a variedade de genes, espécies e ecossistemas que constituem a vida no planeta.

<sup>29</sup> A utilização dos solos conduz a alterações sem precedentes nas paisagens, nos ecossistemas e no ambiente.

<sup>30</sup> Os biocombustíveis produzidos a partir de lixo, de resíduos das colheitas ou da silvicultura, por exemplo, poderão proporcionar vantagens ambientais.

<sup>31</sup> Incentivos e custos relacionados com debilidades estruturais.

<sup>32</sup> Atividades relacionadas, efeitos sobre o PIB (Produto Interno Bruto), reduções de emissões de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono), impacte em termos de emprego, redução dos riscos associados aos combustíveis, diminuição da despesa com a eliminação de resíduos, produção de fertilizantes e de outros subprodutos.

<sup>33</sup> <http://www.oecd.org/>.

<sup>34</sup> O Parlamento Europeu defende que a quota de energia proveniente de biocombustíveis de primeira geração, ou «clássicos», produzidos a partir de cereais e outras culturas ricas em amido e culturas açucareiras, oleaginosas e outras culturas energéticas cultivadas em terra, não deve ser superior a 6% do consumo final de energia nos transportes em 2020. Atualmente, o objetivo para 2020 está fixado nos 10% (Parlamento Europeu. Recuperado em 12 de Janeiro, 2014, de <http://www.europarl.europa.eu/news/pt/news-room/content/20130906IPR18831/html/PE-apoia-transi%C3%A7%C3%A3o-para-biocombust%C3%ADveis-com-menor-impacto-ambiental>).

<sup>35</sup> No âmbito da União Europeia, a quota de energia dos biocombustíveis de segunda geração ou «avançados», como os produzidos a partir de algas ou resíduos, deve representar, pelo menos, 2,5% do consumo final de energia no setor dos transportes em 2020, de acordo com as regras aprovadas pelos eurodeputados (Parlamento Europeu. Recuperado em 12 de Janeiro, 2014, de <http://www.europarl.europa.eu/news/pt/news-room/content/20130906IPR18831/html/PE-apoia-transi%C3%A7%C3%A3o-para-biocombust%C3%ADveis-com-menor-impacto-ambiental>).

<sup>36</sup> Éster metílico, produzido a partir de óleos vegetais ou animais, com qualidade de combustível para motores diesel, para utilização como biocombustível, cuja composição e propriedades obedecem à Norma EN 14214, também designado por FAME. Em 2010, existiam em Portugal cinco grandes produtores de biodiesel com quotas de isenção parcial de ISP: Fábrica Torrejana de Biocombustíveis, SA; Iberol – Sociedade Ibérica de Biocombustíveis e Oleaginosas, SA; Prio Biocombustíveis, SA; Sovena Oilseeds Portugal, SA, e; Biovegetal - Combustíveis Biológicos e Vegetais, SA.

<sup>37</sup> Etanol produzido a partir de biomassa e ou da fração biodegradável de resíduos para utilização como biocombustível.

<sup>38</sup> Metanol produzido a partir de biomassa para utilização como biocombustível.

<sup>39</sup> Gás combustível produzido a partir de biomassa e ou da fração biodegradável de resíduos, que pode ser purificado até à qualidade do gás natural, para utilização como biocombustível, ou gás de madeira.

<sup>40</sup> Por exemplo, os tipos de bioenergia, de matérias-primas utilizadas para a sua produção e tecnologias utilizadas para o seu processamento; a escala e os proprietários da produção; os tipos de modelos de negócio que se encontram ao longo da cadeia de fornecimento da bioenergia; entre outros.

<sup>41</sup> Este diploma (Portaria) é composto por 18 artigos.

<sup>42</sup> *Version 2.0.*

---

<sup>43</sup> O Selo Combustível Social é um componente de identificação criado a partir do Decreto n.º 5297, de 6 de dezembro de 2004, concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) ao produtor de biodiesel que cumpre os critérios descritos na Portaria n.º 60 de 06 de setembro de 2012. O Selo confere ao seu possuidor o caráter de promotor de inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (SAF, s/d).

<sup>44</sup> Esta Norma visa constituir um documento passível de ser auditado e não simplesmente uma estrutura de relatório (Bonsucro, 2011a). Foi desenvolvido um guia de auditoria para esta Norma: «*Audit Guidance for the Production Standard Including Bonsucro EU Audit Guidance for the Production Standard*» (Bonsucro, 2011b).

<sup>45</sup> Anteriormente conhecida por *Better Sugarcane Initiative* (BSI), no final de 2010 passou a designar-se por «BONSUCRO». Iniciativa sem fins lucrativos, criada para estabelecer princípios e critérios socioambientais para as regiões de cultivo de cana em todo o mundo, tem como objetivos o desenvolvimento de uma certificação mundial para a produção sustentável de cana-de-açúcar e produtos derivados. Funciona como um fórum de diálogo internacional reunindo diversas partes interessadas, produtores, redes de retalho, ONG e investidores empenhados na produção sustentável entre outras. Entre os seus membros estão organizações não-governamentais como a WWF, *Ethical Sugar e Solidaridad* e companhias como Cargill, *British Sugar, Bacardi Limited, Cadbury Schweppes, Shell, British Petroleum, Coca-Cola, Cosan*, e UNICA entre outras (<http://bonsucro.com>).

<sup>46</sup> A FAO é composta por sete Departamentos: *Agriculture and Consumer Protection; Economic and Social Development; Fisheries and Aquaculture; Forestry; Corporate Services, Human Resources and Finance; Natural Resources Management and Environment e; Technical Cooperation* (<http://www.fao.org>).

<sup>47</sup> Os três países selecionados para testar a nova metodologia da FAO para a análise das vantagens e desvantagens de desenvolver e gerir um setor de bioenergia.

<sup>48</sup> As atividades da GBEP (Associação Global para a Bioenergia) abrangem três áreas estratégicas: desenvolvimento sustentável, alterações climáticas e segurança alimentar e energética. Trata-se de um foro no qual, governos, organizações internacionais e outros associados dialogam sobre quadros de políticas efetivas, identificando formas e meios para facilitar o investimento e proporcionando a partilha de boas práticas e experiências. Tem como objetivos promover o diálogo mundial a alto nível, sobre aspetos relacionados com as políticas de bioenergia e facilitar a cooperação internacional, facilitar a integração da bioenergia nos mercados energéticos abordando as barreiras na cadeia de fornecimento, dar apoio a debates de políticas nacionais e regionais no âmbito da bioenergia e desenvolvimento de mercados entre outros.

<sup>49</sup> Adicionalmente, a escala geográfica, e também um conjunto de indicadores, equilibrado, suficientemente exaustivo.