

BIOENERGIA E SUSTENTABILIDADE

A **bioenergia**, uma forma de energia renovável, tem o potencial para tornar o futuro do planeta mais sustentável. Atualmente, os combustíveis fósseis fornecem quase 82% da demanda de energia mundial. As resultantes emissões de gases de efeito estufa (GEE) produzem impacto nos sistemas terrestres, na saúde e no bem-estar da humanidade.

Atualmente a bioenergia contribui com 10% da oferta de energia primária mundialmente. Bioetanol e biodiesel constituem cerca de 3% dos combustíveis de transporte do mundo, mas os biocombustíveis poderiam representar até 30% em 2050, com as melhorias tecnológicas previstas. A bioenergia - desenvolvida com conhecimento e implementada considerando as necessidades locais e regionais - pode ajudar a:

- ◆ aumentar a resiliência da oferta de alimentos, local e globalmente
- ◆ diminuir a poluição
- ◆ preservar a biodiversidade
- ◆ melhorar a saúde humana
- ◆ recuperar terras degradadas
- ◆ mitigar os efeitos das mudanças climáticas
- ◆ fornecer oportunidades econômicas e de negócios

O QUE É BIOENERGIA?

Bioenergia é a energia produzida a partir de biomassa vegetal e de resíduos derivados de plantas. A fotossíntese transforma energia solar e CO₂ em biomassa. Processos de conversão de biomassa fornecem energia em formas convenientes - calor, combustível ou eletricidade - as quais, após sua utilização, devolvem CO₂ para a atmosfera em um ciclo sustentável. Madeira, açúcar, amido ou plantas ricas em óleo (milho, cana de açúcar, óleo de palma, soja, colza) são as matérias-primas mais utilizadas para bioenergia hoje. A utilização de outras matérias-primas, como gramíneas, e o emprego de maneira mais completa de plantas e resíduos (por exemplo, a lignocelulose proveniente da silvicultura e agricultura) são esperados no futuro.

BIOCOMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS

Os biocombustíveis líquidos - bioetanol e biodiesel - estão ajudando a atender às crescentes necessidades de transporte. A demanda por combustíveis mais verdes continua a crescer. Em 2010, havia cerca de 800 milhões de carros no mundo. Até 2050, acredita-se que esse número atingirá entre 1,7 e 2,1 bilhões. Até lá os biocombustíveis poderão contribuir com até 30% da demanda por combustíveis líquidos.

O Brasil e os EUA são os dois maiores produtores e usuários de bioetanol como combustível para transporte. Análises de ciclo de vida do combustível etanol indicam redução nas emissões de GEE de cerca de 76% para o etanol de cana no Brasil e 42% para o etanol de milho nos EUA. A mistura de etanol na gasolina em proporções entre 5-27% está sendo empregada em mais de 50 países, e a avançada tecnologia automobilística ampliou as condições de utilização do etanol. Na Europa, o biodiesel é o mais importante biocombustível para o transporte. Análises de ciclo de vida do biodiesel de colza na Europa indicam redução nas emissões de GEE de cerca de 40%.

Há um grande potencial para a expansão dos biocombustíveis tradicionais. Mais de 100 países no mundo cultivam cana para produzir açúcar. Esses países também poderiam produzir bioetanol a partir de sacarose e bioeletricidade a partir do bagaço e de outros resíduos da indústria da cana. À medida que novas tecnologias amadurecem, biocombustíveis tradicionais abrem caminho para os novos biocombustíveis lignocelulósicos. Essas tecnologias modernas não só empregam a biomassa mais eficientemente, mas também podem produzir uma série de coprodutos comercializáveis e produtos químicos de base biológica. Os lucros provenientes da venda destes produtos químicos poderiam auxiliar a reduzir os custos de produção de biocombustíveis avançados.

BIOELETRICIDADE E CALOR

A bioeletricidade é gerada principalmente a partir da combustão de biomassa, e frequentemente em cogeração com outros processos. Ela também pode ser produzida quando a biomassa é queimada em conjunto com carvão.

Em 1957, as Ilhas Maurício tornaram-se o primeiro país a fornecer eletricidade para a rede elétrica a partir de uma usina de açúcar usando bagaço de cana, a matéria fibrosa residual obtida após a moagem dos talos. Quando queimado em uma central de cogeração, o bagaço fornece energia suficiente para alimentar as usinas de açúcar, além de energia elétrica excedente que é vendida e introduzida na rede de distribuição do país. Em 2012, a quantidade de eletricidade cogenerada pelas usinas de açúcar atendeu 16% das necessidades elétricas das Ilhas Maurício.

Tradicionalmente, o calor é produzido a partir da queima de biomassa em fogões e lareiras de baixa eficiência.

No entanto, na Escandinávia e em alguns locais do norte da Europa, usinas térmicas centrais estão cada vez mais utilizando madeira, aglomerados de madeira e resíduos sólidos urbanos (RSU) para produzir água quente ou vapor. A água quente e o vapor são então distribuídos para escritórios e edifícios residenciais através de sistemas de aquecimento urbano. Algumas dessas plantas são também utilizadas para a cogeração, produzindo calor e eletricidade para a rede elétrica nacional.

O uso de bioenergia aumentou constantemente nessa parte do mundo, contribuindo com cerca de 23% da oferta total de energia na Suécia. Atualmente, esse uso da bioenergia na Escandinávia é mais importante do que o uso de biocombustíveis líquidos. A demanda por resíduos sólidos urbanos nos países nórdicos é tão grande que esses materiais precisam ser importados de outras partes da Europa.

As emissões de GEE podem ser reduzidas em até 95% quando a madeira, aglomerados de madeira e resíduos agrícolas substituem o carvão ou são queimados em conjunto com ele em centrais térmicas.

BIOGÁS

O biogás é igualmente adequado para economias desenvolvidas e em desenvolvimento. O investimento de capital pode ser pequeno; as instalações variam desde unidades unifamiliares até aquelas de escala industrial; e a tecnologia já está disponível. O biogás é uma mistura de metano e CO₂ produzida pela digestão anaeróbica de resíduos orgânicos urbanos, agrícolas ou industriais.

As duas principais fontes para produção de biogás são resíduos orgânicos, tais como estrume ou materiais de aterros sanitários, e biomassa agrícola, como restos de culturas ou plantas ensiladas.

A conversão para gás em unidades de biogás de tamanho familiar permite que até 24% do conteúdo energético de esterco e de resíduos de culturas agrícolas cheguem até a panela na forma de calor, enquanto os fertilizantes orgânicos, subprodutos da biodigestão, são devolvidos ao solo.

Na Ásia, onde as instalações de biogás são abundantes, a matéria-prima provém geralmente de resíduos. Em 2012, a Alemanha devotou maior área para culturas energéticas para produção do biogás - principalmente silagem de milho e gramíneas, processados com ou sem estrume - do que para a produção de biodiesel ou etanol.

Alternativamente, o biogás pode ser usado para gerar eletricidade ou ser convertido a metano, que pode substituir o gás natural nos transportes. Mundialmente, existem cerca de 17 milhões de veículos a gás natural que podem usar biogás, incluindo 1,7 milhão no Brasil, 1,5 milhão na Índia e também na China, e 2,2 milhões na Argentina.

Atualmente, o biogás é subutilizado na maioria das regiões. Particularmente as comunidades rurais sem acesso à energia convencional poderiam se beneficiar de iniciativas na área de biogás.



Cortesia: NREL

POTENCIAL E BENEFÍCIOS DA BIOENERGIA

► Segurança Energética

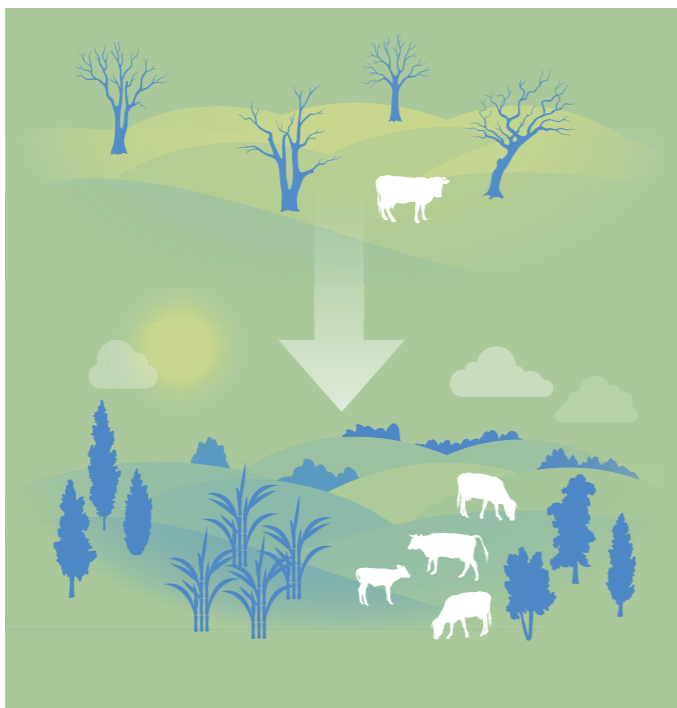
Garantir energia para o mundo em desenvolvimento significa afastar-se de formas ineficientes de bioenergia tradicional e seu impacto negativo sobre o meio ambiente e a saúde humana.

A bioenergia, em suas várias formas, desempenha um papel importante na matriz energética tanto nas regiões em desenvolvimento quanto nas desenvolvidas do mundo. Para mais de 1,3 bilhão de pessoas sem acesso à eletricidade, a bioenergia pode ajudar a melhorar a segurança energética. Ela pode levar áreas rurais a saírem da pobreza, garantindo por fim um futuro sustentável e equitativo. O acesso a uma forma de energia confiável e acessível é essencial para o desenvolvimento econômico e ambiental sustentáveis.

Hoje 2,8 bilhões de pessoas no mundo queimam madeira e resíduos agrícolas para cozinhar e se aquecer. Esta ineficiente fonte de bioenergia 'tradicional' provoca doenças respiratórias e cerca de 1,6 milhão de mortes por ano, principalmente de mulheres e crianças. Na Índia, os combustíveis sólidos representam cerca de 63% do consumo total de energia para uso doméstico, contribuindo de forma

significativa para as emissões de CO₂ e para a perigosa piora da qualidade do ar no interior das residências. O Camboja, que teve um número estimado de 1.304 mortes por milhão de pessoas em 2004, e a Índia, com cerca de 954 mortes por milhão, ocupam as duas primeiras posições em mortes atribuídas à poluição interna, uma das principais causas de mortalidade no mundo.

Fogões de cozinha redesenhados, que utilizam madeira ou biogás e promovem uma combustão mais completa, já estão disponíveis e podem ajudar na transição da queima tradicional da biomassa para a bioenergia moderna.



Intensificação da pastagem. Cortesia: NREL

► Segurança Alimentar

A bioenergia moderna pode ajudar a melhorar a segurança alimentar por meio da otimização da produtividade da terra e do manejo agrícola, criando sinergias em toda a cadeia de abastecimento de alimentos e de biomassa. Ao redor de 70-80% dos problemas de insegurança alimentar ocorrem em áreas rurais, onde a insegurança energética ou pobreza energética também estão concentradas.

A bioenergia pode contribuir para um abastecimento energético sustentável, mesmo com o aumento da demanda por alimentos, com o aumento da urbanização, e lado a lado com a preservação de terras e florestas.

A segurança alimentar futura requer produtividade, eficiência e terra suficientes. Globalmente, há terra disponível. No entanto, as áreas para expansão da produção estão concentradas principalmente em duas regiões: América Latina e África Subsaariana. Atualmente, essa terra está sendo utilizada predominantemente para criação de animais em pastejo de baixa intensidade.

Aumentar a densidade das pastagens de pior desempenho a até 50% da densidade

máxima atingível, usando a terra de forma mais eficaz, significaria mais do que dobrar o estoque mundial de animais em pastejo. A intensificação sustentável das pastagens tem potencial para liberar grandes quantidades de terra para a expansão da bioenergia.

Terras em zonas áridas cobrem 30% da superfície terrestre do planeta, e poderiam ser empregadas para cultivar plantas resistentes à seca, como agave para produção de etanol. O uso de terras marginais para a produção de biocombustíveis celulósicos poderia melhorar a fertilidade do solo e proporcionar meios para o desenvolvimento social sem utilizar terras aptas à produção de alimentos.

► Segurança Ambiental e Climática

A bioenergia pode desempenhar papel fundamental na mitigação das mudanças climáticas, abordando questões ambientais prementes. Contudo, deve-se considerar a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas de bioenergia, incluindo o impacto de mudanças no uso da terra nas emissões de GEE, segurança alimentar, recursos hídricos, conservação da biodiversidade e meios de subsistência.

A segurança climática se conecta com questões de escala global, enquanto a segurança ambiental se relaciona a questões locais e regionais. O impacto sobre as atividades locais requer regulamentação por parte dos governos regionais.

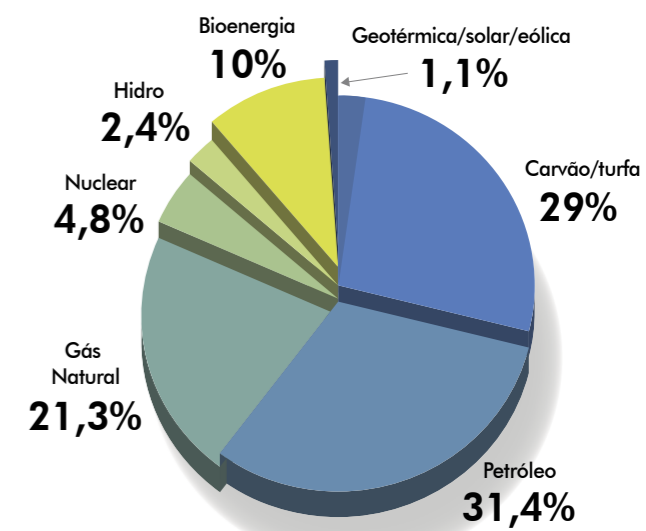
Projetos em bioenergia podem ser economicamente vantajosos, contribuindo para a renda das propriedades agrícolas e para o aumento do emprego nas zonas rurais. Bem geridas, muitas culturas bioenergéticas podem ter impacto positivo no meio ambiente, ajudando a manter a qualidade do solo e a aumentar o acúmulo de carbono no mesmo, mitigando emissões de CO₂, e melhorando a qualidade da água. Por outro lado, projetos mal conduzidos tem o potencial de diminuir a qualidade e abundância de água e de solo, afetando assim a segurança alimentar, o que ressalta a necessidade de governança eficaz e bem planejada.

As implicações positivas da bioenergia para o uso da terra podem ser reforçadas das seguintes formas:

- ◆ produção e utilização de coprodutos
- ◆ aumento da produção de bioenergia a partir de biomassa de madeira e de resíduos agrícolas
- ◆ integração da produção de bioenergia com sistemas de produção agrícola e no planejamento paisagístico
- ◆ aumento na produtividade das terras cultivadas, especialmente nos países em desenvolvimento, liberando terra para as culturas de bioenergia
- ◆ uso de terras marginais ou degradadas

A utilização de resíduos agrícolas e de biocombustíveis avançados pode ajudar a alcançar o potencial máximo da bioenergia com o mínimo de impactos negativos.

Participação na oferta total de energia primária em 2012



Baseado em IEA statistics © OECD/IEA, IEA Publishing; adaptado por G. M. Souza et al. para esta publicação

► Desenvolvimento Sustentável e Inovação

É importante analisar o papel potencial da bioenergia em um quadro político integrado, como o dos objetivos do programa SE4ALL (*Sustainable Energy for All*) 2030 da ONU. A bioenergia moderna é naturalmente um recurso energético integrativo, ligado à melhora da saúde, dos meios de subsistência e da educação.

A bioenergia moderna pode ser aplicada em pequena escala para uso local, em unidades autossuficientes ou mini redes, e na produção e comoditização em grande escala. Biocombustíveis automotivos e bioeletricidade, ou a substituição da tradicional queima ineficiente de biomassa são alguns exemplos de bioenergia moderna.

A produção sustentável de bioenergia promove usos mais eficientes da biomassa agrícola e de madeira, reduzindo o desmatamento, substituindo o uso excessivo de lenha de florestas naturais, e diminuindo a degradação da terra associada à agricultura de baixa produtividade. O desenvolvimento sustentável pode ser mais facilmente alcançado com a bioenergia do que sem ela, mas tanto vontade política quanto individual são necessárias para permitir seu avanço.

BIOENERGIA E O CAMINHO A SEGUIR SUSTENTABILIDADE

A bioenergia pode ter um papel importante a desempenhar numa economia de baixo carbono. Vários cenários indicam que a bioenergia terá uma participação de 25% na oferta global de energia primária em 2050. Ela pode ser a força motriz da transformação da maneira como usamos nossos recursos e a terra. Terras atualmente empregadas de forma ineficiente, pastagens extensivas, áreas degradadas, e excesso de capacidade agrícola e resíduos podem ser utilizados para a produção de energia e para agregar valor e resiliência às economias agrícolas e ao bem-estar humano. A fim de concretizar inteiramente este potencial, são necessárias políticas que maximizem os benefícios da bioenergia e diminuam possíveis efeitos colaterais. Pontos a considerar incluem identificar:

- ◆ produção, sustentável e de confiança, de biomassa na escala necessária regional e localmente
- ◆ programas adequados de intensificação das pastagens para a produção animal
- ◆ melhores práticas agroflorestais e processos de conversão, incluindo o uso de coprodutos
- ◆ culturas apropriadas que possam manter sua produtividade em terras marginais

- ◆ culturas energéticas de alto rendimento, mais eficientes no uso de água e nutrientes do solo e mais resistentes às mudanças climáticas
- ◆ indicadores de sustentabilidade que garantam o uso adequado da água, da terra, a escolha da biomassa e aspectos sociais
- ◆ maneiras de integrar a produção de bioenergia às atividades existentes (produtos florestais, faixas de proteção, rotações de culturas perenes)
- ◆ políticas florestais e agrícolas mais bem harmonizadas, permitindo a produção sustentável e a oferta de bioenergia de forma a não comprometer a produção de alimentos ou outros serviços ecossistêmicos
- ◆ incentivos de mercado para o desenvolvimento de recursos e infraestrutura
- ◆ melhorias nos processos de conversão orientadas por P&D visando tanto às aplicações quanto aos princípios fundamentais
- ◆ estruturas de governança inovadoras e modelos de negócios que promovam benefícios sociais e ambientais juntamente com a viabilidade econômica.

As designações empregadas e os dados apresentados ao longo desta publicação não implicam qualquer opinião por parte do SCOPE e dos seus parceiros sobre o estatuto jurídico de qualquer país, território, cidade ou área ou de suas autoridades, ou sobre a delimitação de suas fronteiras ou territórios.

Bioenergia e Sustentabilidade. Resumo para Políticas Públicas. G. M. Souza et al. Novembro de 2015. SCOPE, Paris

Autores: Glaucia Mendes Souza*, Reynaldo L. Victoria, Luciano M. Verdade, Carlos A. Joly, Paulo Eduardo Artaxo Netto, Carlos Henrique de Brito Cruz, Heitor Cantarella, Helena L. Chum, Luis Augusto Barbosa Cortez, Rocio Diaz-Chavez, Erick Fernandes, Geoffrey B. Fincher, Tom Foust, José Goldemberg, Luiz Augusto Horta Nogueira, Brian J. Huntley, Francis X. Johnson, Stephen Kaffka, Angela Karp, Manoel Regis L. V. Leal, Stephen P. Long, Lee R. Lynd, Isaías de Carvalho Macedo, Rubens Maciel Filho, André M. Nassar, Francisco E. B. Nigro, Patricia Osseweijer, Tom L. Richard, Jack N. Saddler, Jon Samseth, Vikram Seebaluck, Chris R. Somerville, Luukvan der Wielen, Marie-Anne Van Sluys, Jeremy Woods, Heather Youngs.

* Dados para correspondência: Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN), Universidade de São Paulo, Brasil (gmsouza@iq.usp.br)

Editoria científica: P. Park
Design: J. Law
Infográficos: Cortesia do NREL, A. Hicks e K. Cisar
Coordenação: S. Greenwood Etienne
Tradução: M. P. Massafra
Crédito das fotos: Pesquisa FAPESP

Contatos:

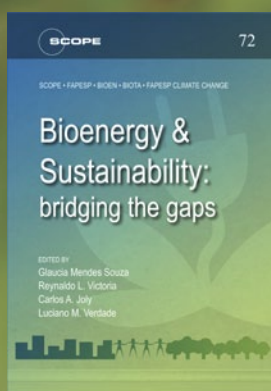
■ Secretaria do Programa BIOEN, Av. Prof. Lineu Prestes 748, Sala 364, Cidade Universitária, São Paulo/SP - Brasil. CEP 05508-000. Tel. +55 (11) 3091-8511 / +55 (11) 3091-8939

■ SCOPE Secretariat, Bât. VI, room 8.12, 1 rue Miollis, 75732 Paris Cedex 15, França. Tel. +33 (0)1 45 68 45 71

Impresso em Novembro de 2015 por Pigma Gráfica, S. C. do Sul Impresso no Brasil

ISSN 2413-4473

INFORMAÇÕES ADICIONAIS



Os dados deste resumo para políticas públicas baseiam-se em um workshop internacional realizado em Paris, França, em dezembro de 2013, e no relatório resultante, no qual 137 especialistas de 24 países e 82 instituições contribuíram para a análise de questões relacionadas à sustentabilidade da produção e uso da bioenergia.

O relatório completo "*Bioenergy & Sustainability: bridging the gaps*" está disponível para download (gratuito) no site: <http://bioenfapesp.org/scopebioenergy/index.php>

Veja também a seção de Bioenergia do volume 15/2015 do *Environmental Development*, o periódico transdisciplinar do SCOPE (Elsevier). <http://www.journals.elsevier.com/environmental-development>

- BIOEN: <http://bioenfapesp.org>
- BIOTA: <http://www.biota.org.br>
- PPFMCG: <http://www.fapesp.br/programas/mudancas-climaticas/>
- SCOPE: <http://www.scopenvironment.org>