

O ensino de física e suas relações com energia e o agronegócio no estado do Tocantins

Autora:

Nádia Vilela Pereira

Doutora em Ensino de Ciências e Matemática, professora do ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Palmas

DOI: 10.58203/Licuri.83230

Como citar este capítulo:

PEREIRA, Nádia Vilela O ensino de física e suas relações com energia e o agronegócio no estado do Tocantins. In: MEDEIROS, Janiara de Lima (Org.). **Ensino e Educação: contextos e vivências**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 120-133. v. 1.

ISBN: 978-65-999183-2-2

Resumo

Através desse estudo, queremos mostrar que o ensino de Física, em especial o conceito de energia está diretamente relacionado a aspectos do agronegócio. Ao se tratar de agronegócio, faz-se necessária a compreensão de processos inter-relacionados que vão além do crescimento agrícola e do aumento da produtividade: ele contribui, cada vez mais, para a geração de energia limpa e a preservação do meio ambiente. Busca-se assim contribuir com a literatura, apropriando-se da pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo (GIL, 2002), sobre uso de fontes alternativas de energia e, mais que isso, incentivar a reflexão sobre a importância de buscarmos uma nova lógica de consumo, eficiência energética e uso de fontes alternativas de energia.

Palavras-chave: Fontes renováveis. Consumo de energia. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Energia é um termo amplamente utilizado em nosso cotidiano, sendo um tema de grande importância e interesse para a sociedade moderna. Nos meios de comunicação, são frequentes as notícias sobre hidrelétricas e termelétricas, preço do petróleo, uso de fontes renováveis de energia, riscos da energia nuclear etc.

Energia vem do grego “*energeia*”, que significa, especificamente, atividade ou operação; e “*ergos*”, que significa força de ação ou força de trabalho, que são conceitos ligados diretamente com a questão de realizar obras, transformar um objeto qualquer ou colocar algo em movimento. Para que sejamos mais claros, devemos entender que, devido ao seu movimento, todos os corpos estão perfeitamente previstos de energia devido a uma série de fatores que podem ser, para usar exemplos, a composição química, a temperatura, a massa destes corpos entre outras propriedades que explicam que todos os corpos possuem essa força que conhecemos como energia (QUE CONCEITO, 2020, *on-line*).

Em Física, a energia está associada à capacidade de qualquer corpo de produzir trabalho, ação ou movimento. Esse é um dos conceitos essenciais dessa componente curricular acadêmica. O conceito de energia, nascido no século XIX, tem papel fundamental não só nesta disciplina - Física -, como em todas as outras que, juntas, integram a ciência moderna, como a Química e a Biologia.

As principais fontes de energia em uso atualmente são os movimentos das águas e do ar, o calor produzido por reações químicas ou nucleares e a luz solar. Todas são conversíveis em energia elétrica, por meio de dispositivos adequados. A energia elétrica serve como “intermediária” até os locais de consumo, sendo, então, convertida em outras formas de energia desejadas.

A experiência cotidiana nos revela que a energia, além de ser indispensável ao nosso modo de vida atual, nos mostra que precisa ser tratada de modo sustentável desde a sua produção, armazenamento até o seu consumo. Sendo assim, é relevante levar em consideração problemas de ordens ambiental, social, econômica e geopolítica envolvidos em todas essas etapas.

Nosso objetivo é possibilitar a compreensão de termos e conceitos científicos fundamentais da Física, associando energia ao agronegócio.

ENERGIA

A palavra *energia* está, provavelmente, entre as mais utilizadas em nosso dia-a-dia, seja porque vivamos constantemente sob as ameaças de crises energéticas, seja porque novas fontes de energia renováveis¹ estão no foco de nossas preocupações, ou mesmo porque todos nós pagamos periodicamente por alguma coisa que vem definida como *consumo de energia*. Mesmo assim, o fato de a palavra *energia* ser bastante comum não significa que o conceito seja algo totalmente claro.

Apesar de o homem e a sociedade como um todo dependerem tanto da energia, sobretudo daquela que chega à Terra proveniente do Sol, não existe uma definição exata para este conceito. Segundo Feynman (2008):

É importante entender que na física atual não temos um conhecimento do que a energia é. Não temos uma imagem da energia que entra em pequenas gotículas de tamanho definido. Não é assim. Entretanto, existem fórmulas para calcular qualquer quantidade numérica, e quando as somamos todas vêm [...] sempre com o mesmo número. É uma coisa abstrata enquanto não nos diz o mecanismo ou as *razões* para as várias fórmulas (FEYNMAN, 2008, p. 4-2).

Sendo assim, estamos trabalhando com uma entidade que, ao mesmo tempo em que utilizamos, processamos, transformamos e até pagamos por ela, não conseguimos atribuir-lhe uma definição muito precisa.

Muitos processos naturais envolvem transformações de energia. Por isso, é comum a utilização de complementos associados ao termo com o objetivo de identificar ou especificar esses processos. Termos como energia elétrica, energia nuclear e energia solar exemplificam algumas dessas situações onde se especifica um contexto para um conceito que, na verdade, é universal. Por fim, podemos falar em energia, através de uma das leis

¹ Renováveis: designação dada para as fontes naturais de energia que conseguem se renovar, ou seja, nunca se esgotam, pois estão em constante regeneração. Fonte: Significados (2019, *on-line*).

mais básicas da Física: a conservação da energia. Feynman (2008) assevera que:

Existe um fato, ou se você preferir, uma *lei* que governa todos os fenômenos naturais que são conhecidos até hoje. Não se conhece nenhuma exceção a essa lei - ela é exata até onde sabemos. A lei é chamada de *conservação da energia*. Nela enuncia-se que existe uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais a natureza passa. Essa é uma ideia muito abstrata, porque é um princípio matemático; ela diz que existe uma quantidade numérica que não muda quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou algo concreto; é apenas um estranho fato de que podemos calcular algum número e, quando terminamos de observar a natureza fazer seus truques e calculamos o número novamente, ele é o mesmo (FEYNMAN, 2008, p. 4-1).

Esta ideia abstrata de conservação de energia se alinha ao que estabelece Antoine Laurent Lavoisier² - “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Porém, os padrões atuais de produção e consumo de energia são baseados nas fontes fósseis, não renováveis (petróleo, carvão, gás natural)³, o que gera emissões de poluentes locais, gases de efeito estufa e põem em risco o suprimento de longo prazo no planeta. Pensamos, portanto, que é preciso mudar esses padrões, estimulando as energias renováveis (solar, hidráulica, eólica, biomassa etc.), que poluem pouco e agridem menos o meio ambiente. Estas são consideradas energias limpas, isto é, são fornecidas pela natureza e sua utilização não contribui significativamente para a emissão de gases ou outros materiais tóxicos e nocivos para o ambiente natural.

Um exemplo de energia renovável é a produção de *etanol*, que é um combustível feito a partir da cana-de-açúcar e utilizado como uma alternativa à gasolina, feita a base do petróleo. A partir da produção de álcool combustível (*etanol*), pode-se aproveitar integralmente o bagaço da cana - resíduo da produção do *etanol* - para a produção de energia elétrica, em um processo conhecido como *cogeração*, que consiste na queima do bagaço da cana, que gera vapor e, por sua vez, energia elétrica, sendo que a energia gerada é considerada 100% limpa (BUNGE, 2011).

² Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794): Químico francês, considerado o pai da Química, foi o primeiro a observar que o oxigênio, em contato com uma substância inflamável, produz a combustão. Deduziu, também, baseado em reações químicas, a célebre lei da conservação da matéria. Com outros estudiosos, Lavoisier tentou ainda encontrar uma linguagem própria para a química. Fonte: Pincelli (2020, *on-line*).

³ Energia não-renovável é a designação dada a um recurso energético que, depois de utilizado, não pode ser regenerado pelo ser humano ou pela natureza em um prazo útil. Fonte: Significados (2017, *on-line*).

AGRONEGÓCIO

Agronegócio é uma expressão traduzida do inglês *agribusiness*, o qual consiste em negócios no setor da agropecuária. Compreende tudo o que envolve, desde a fabricação dos insumos essenciais, produção agrícola, os procedimentos de produção até chegar ao consumidor final. O conceito de agronegócio foi proposto por Davis e Goldberg, em 1957:

A soma total das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, e do armazenamento, do processamento e da distribuição dos produtos agrícolas e dos itens produzidos a partir deles (DAVIS; GOLDBERG, apud ARAÚJO, 2007, p. 16).

O conceito de *agribusiness* passou a ser difundido no Brasil somente a partir da década de 1980; e foi apenas a partir da década seguinte que a tradução do termo para o português (agronegócio) passou a ser aceita e utilizada no país (ARAÚJO, 2007).

O agronegócio é um setor de extrema importância na economia brasileira, pois participa da geração de renda e emprego e denota ao país um papel privilegiado no comércio mundial. O Brasil é um dos exportadores mundiais de produtos agrícolas, entre os quais açúcar, carne de frango, carne bovina, café, suco de laranja, tabaco e álcool. De acordo com a USP, em 2017, o PIB do agronegócio teve participação de 21,6% no total do PIB⁴ brasileiro. Isso se deve a fatores como recursos naturais abundantes, câmbio favorável, aumento da demanda asiática por agropecuários, produtividade crescente das lavouras, incorporação de novas tecnologias, linhas de financiamento do governo federal, capacidade de inovação e liderança das pesquisas científicas em agricultura tropical (USP, 2019).

O Estado do Tocantins vem apresentando um crescente desenvolvimento no setor do agronegócio, sendo considerada a nova fronteira agrícola do Brasil, juntamente com os estados participantes do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, Figura 1).

⁴ Produto Interno Bruto: é o cálculo dos bens e serviços finais de uma certa região (país, estado, cidade) durante um certo período (anual, trimestral, mensal). É um indicador usado para quantificar a atividade econômica e medir o nível de riqueza. Fonte: Estadão (2020, *on-line*).



Figura 1. MATOPIBA - Nova fronteira para a agricultura do Brasil. Fonte: Letras Ambientais (2018, *on-line*).

O MATOPIBA começou a ser explorado pelo agronegócio desde a década de 1970, com a modernização da agricultura e quando produtores da região Sul migraram para ali, atraídos pelo preço das terras. Desde 2005, houve um fenômeno de vertiginosa expansão da atividade agrícola naquela região, a partir do surgimento de fazendas de monocultura utilizando tecnologias modernas de alta precisão e produtividade (LETRAS AMBIENTAIS, 2018, *on-line*).

Ainda de acordo com o site, na delimitação geográfica inicial do MATOPIBA, utilizou-se, como principal critério, as áreas de cerrado existentes nos estados, englobando a totalidade do Tocantins, o oeste da Bahia, o sul do Piauí e boa parte do Maranhão. Na Tabela 1, há o percentual de municípios integrantes do MATOPIBA e a área territorial ocupada por cada estado na região.

Tabela 1. Delimitação geográfica do MATOPIBA.

Estado	Quantidade de municípios em Matopiba		Área territorial (%)
	N	%	
Maranhão	135	62	33
Tocantins	139	100	38
Piauí	33	14	11
Bahia	30	7	18

Fonte: Letras Ambientais (2018, *on-line*).

De acordo com “O Diagnóstico do Agronegócio (P4)” (TOCANTINS, 2016, p.7-8), temos que:

- Vários são os fatores que proporcionam o bom cenário atual a nível regional e que surgem como potencialidades para melhores resultados do Tocantins em termos nacionais. A topografia do estado é 82% plana, a precipitação média entre os anos de 1995 e 2013 foi de 1.899 mm e a luminosidade fica entorno de 2.470 horas/ano. Além disso, verifica-se a grande presença de rios e a vasta disponibilidade de áreas para irrigação cuja utilização é apenas 3,5% do potencial total.
- Convém ressaltar que, em 2011, o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil foi de 4,1 trilhões de reais, sendo que o valor gerado pelas atividades do agronegócio representou 4,65% desse montante. No Tocantins, no mesmo período, o agronegócio foi responsável por 15,6% do PIB estadual, ou seja, mais de 10% acima da média nacional.
- Atualmente, os setores prioritários são as cadeias produtivas de grãos, a bovinocultura de corte e leite, as florestas plantadas (seringueira e eucalipto), a produção de mel, a fruticultura, a bioenergia (biodiesel e etanol), a ovinocultura, a piscicultura, a produção de mandioca, de flores tropicais e avicultura.

Ainda de acordo com “O Diagnóstico do Agronegócio (P4)”, algumas políticas e estratégias são fundamentais para a sustentabilidade do setor do agronegócio no Tocantins, sendo possível ressaltar: (1) a inclusão da agricultura familiar no sistema produtivo, (2) a difusão tecnológica e assistência técnica, (3) o fomento à agricultura de baixo carbono, (4) o fortalecimento da cultura do cooperativismo e associativismo, (5) a melhoria do sistema logístico e de armazenagem, (6) a segurança científica e a defesa sanitária (TOCANTINS, 2016, p.7-8).

ENERGIA E AGRONEGÓCIO

O agronegócio é entendido como uma cadeia produtiva⁵ que envolve, desde a

⁵ É um conjunto de etapas consecutivas, ao longo das quais os diversos insumos sofrem algum tipo de transformação, até a constituição de um produto final (bem ou serviço) e sua colocação no mercado. Trata-se, portanto, de uma sucessão de operações (ou de estágios técnicos de produção e de distribuição) integradas, realizadas por diversas unidades interligadas como uma corrente, desde a extração e manuseio da matéria-prima até a distribuição do produto. Fonte: Portogente (2016, *on-line*).

fabricação de insumos⁶, a produção em unidades agropecuárias, a sua transformação, até o seu consumo. Ao se tratar de agronegócio, faz-se necessária a compreensão de processos inter-relacionados que vão além do crescimento agrícola e do aumento da produtividade: ele contribui, cada vez mais, para a geração de energia limpa e a preservação do meio ambiente. Também produz alimentos e garante a sobrevivência e o bem-estar da população, abastecendo o setor com matérias-primas, expandindo a oferta de emprego, renda, tributos e qualidade de vida.

Um exemplo importante de “energia limpa” é a energia solar voltaica. Segundo o site Ambiente Energia, em reportagem do dia 29 de agosto de 2017, no agronegócio, a tecnologia vem sendo bem recebida pela agricultura familiar, em função do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar⁷ (Pronaf), direcionado para financiamento de energia renovável e de sustentabilidade ambiental.

Ainda de acordo com o mesmo site, em reportagem de 3 de agosto de 2018, Rodrigo Lopes Sawaia, presidente executivo da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), disse que o estado do Tocantins é um dos estados brasileiros com melhores índices de irradiação solar do país: “É o estado que tem a melhor irradiação solar do norte do Brasil e, portanto, tem um enorme potencial para desenvolver e aproveitar a energia solar fotovoltaica, principalmente em áreas rurais” (AMBIENTE ENERGIA, 2018, *on-line*).

A Figura 2 mostra que o estado do Tocantins tem uma das maiores incidências de luz solar durante todo o ano, sendo, sua média anual, de 6 horas/dia.

Outro exemplo, nesse mesmo quesito “energia limpa”, é a Usina Pedro Afonso. Localizada na zona rural do município de Pedro Afonso, no estado do Tocantins, é a primeira unidade greenfield⁸ e a oitava usina produtora de açúcar e bioenergia no Brasil.

A usina utiliza o que há de mais moderno em tecnologia, realiza o plantio e colheita da cana-de-açúcar, produzindo álcool combustível, além de aproveitar, integralmente, o bagaço da cana para a produção de energia elétrica, processo conhecido como

⁶ É todo e qualquer elemento diretamente necessário em um processo de produção. Nesse grupo estão os produtos usados na fabricação, o maquinário, a energia e a própria mão de obra empregada. Fonte: Dicionário Financeiro (2020, *on-line*).

⁷ Financiamento à implantação, ampliação ou modernização da estrutura de produção, beneficiamento, industrialização e de serviços no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas, visando à geração de renda e à melhora do uso da mão de obra familiar. Fonte: BNDES (2020, *on-line*).

⁸ Greenfield é um termo empresarial para determinar um investimento em uma empresa ainda estágio inicial, um projeto empreendedor que não saiu do papel e precisa de capital para ser lançado. Esse capital é o investimento Greenfield, palavra em inglês que em uma tradução livre pode ser entendida como campo verde. Fonte: Significados (2020, *on-line*).

“cogeração” (Figura 3), que consiste na queima do bagaço da cana, que gera vapor e, por sua vez, energia elétrica, onde o bagaço é um resíduo da produção de etanol, sendo a energia gerada 100% limpa (BUNGE, 2011). Uma parte dela é utilizada internamente para operar a usina, tornando-a autossuficiente, e o restante é disponibilizado ao sistema elétrico nacional.

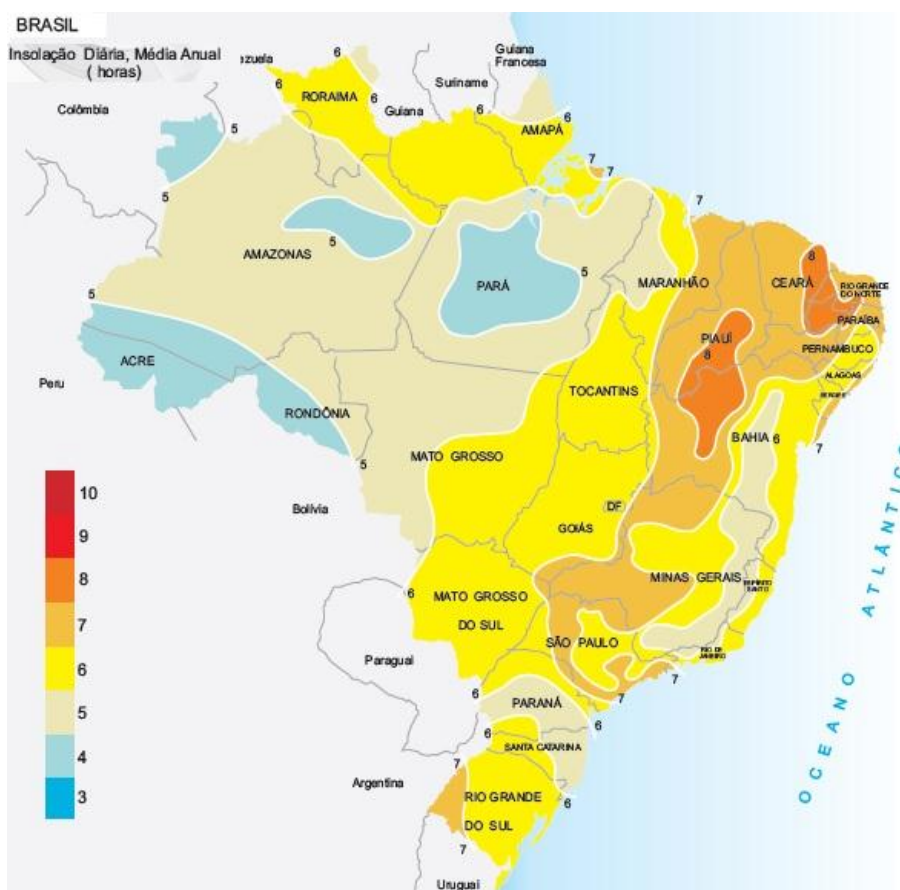


Figura 2. Irradiação solar diária no Brasil. Fonte: Tiba *et al.* (2000, p.89).

Com a evolução da tecnologia e o desenvolvimento da agricultura, a contribuição do agronegócio para a preservação dos recursos naturais foi bastante ampliada com a produção de biodiesel (a partir de grãos, como soja, por exemplo, entre outras culturas) e etanol (cana-de açúcar), incluindo o seu bagaço, que além de produção de energia limpa, pode produzir, também, o que chamamos de etanol de segunda geração⁹.

⁹ O advento da cultura de cana para produção de etanol de 1ª geração, a partir dos açúcares extraíveis da cana (sacarose e açúcares redutores no caldo) vem gerando grandes excedentes de bagaço, com potencial de serem transformados em etanol de 2ª geração e aumentar significativamente a oferta deste combustível, sem exigir um aumento proporcional das áreas de plantio. Nessa nova condição, o aproveitamento da cana é integral. Fonte: Nova Cana (2020, *on-line*).

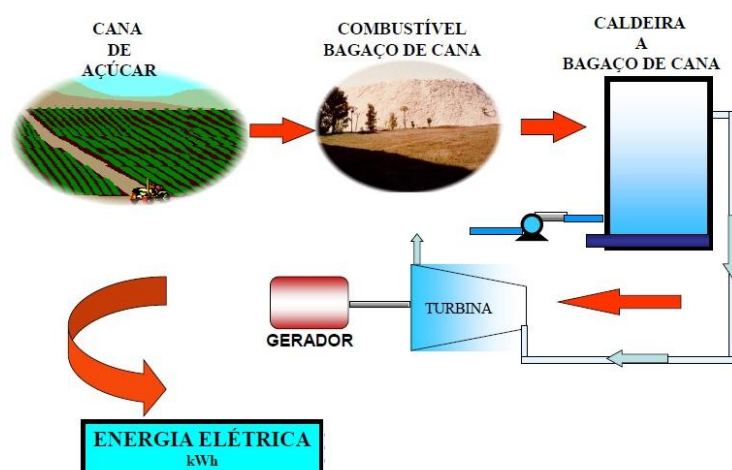


Figura 3. Cogeração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Fonte: Pessine (2008, p.16).

Nas energias renováveis e em seu uso no transporte, os biocombustíveis assumem papel especial, pois estão ligados diretamente aos objetivos modernos do desenvolvimento sustentável e isto é atribuído à economia bem-sucedida e ao aumento do lucro esperado da exportação de biocombustíveis à rede transnacional de *agrobusiness*, que se deixa levar pela euforia de visões futuras otimistas e proclama o Brasil como a potência mundial das energias renováveis do século XXI (KOHLHEPP, 2010).

De acordo com o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2018), com ano base de 2017, a participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo. O avanço do gás natural foi compensado, principalmente, pela eólica, lixívia¹⁰ e biodiesel. A participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira, que vem se mantendo entre as mais elevadas do mundo, correspondendo a 43,5% (2016) e 42,9% (2017), enquanto, no mundo o percentual foi de 13,7% (2015; BRASIL, 2018).

O desenvolvimento e o aprimoramento de tecnologias mais limpas, acompanhadas de legislações incentivadoras, transformam as fontes renováveis em opção para um desenvolvimento sustentável, associando, beneficentemente, as questões socioambientais e econômicas (UFPA, 2008).

Quanto ao desenvolvimento sustentável, Vilches, Macías e Pérez (2014) apontam que:

¹⁰ O licor negro, também conhecido como lixívia negra, é um resíduo líquido proveniente do digestor após o processo de cozimento da madeira. Fonte: Instituto Brasileiro Pellets (2020, *on-line*).

Existe um consenso crescente sobre a necessidade e a possibilidade de direcionar esforços de pesquisa e inovação para o alcance de tecnologias ecológicas (ambientalmente amigáveis) e, em geral, de desenvolvimentos científicos e tecnológicos que favoreçam a transição para a sustentabilidade. Isso inclui desde a busca de fontes de energia novas, limpas e renováveis, até o aumento da eficiência na obtenção de alimentos, através da prevenção de doenças e catástrofes, a conquista da maternidade e paternidade responsável e voluntária ou a diminuição e tratamento de resíduos, o design de um transporte de impacto reduzido, etc. Essa nova abordagem exige superar a busca de benefícios específicos de curto prazo (sem levar em conta suas conseqüências ambientais e sociais) que frequentemente caracterizam o desenvolvimento técnico-científico, bem como a idéia simplista de soluções para os problemas com os quais As faces da humanidade hoje dependem, acima de tudo, de tecnologias mais avançadas, esquecendo que as opções, os dilemas, são muitas vezes fundamentalmente éticos. Desta forma, estamos testemunhando o surgimento da Ciência da Sustentabilidade, um novo campo de conhecimento que busca entender os fundamentos das interações entre a sociedade e a natureza para promover o Desenvolvimento Sustentável. (VILCHES; MACÍAS; PÉREZ, 2014, p. 49) (Tradução nossa).

Segundo a rede WWF (World Wildlife Fund For Nature), que significa Fundo Mundial para a Vida Selvagem e Natureza), organização não governamental dedicada ao meio ambiente, o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro (WWF, 2020). A opção por fontes limpas de produção de energia que gerem menos impactos ambientais é uma das medidas que podem ser adotadas para a construção de um mundo pautado na sustentabilidade (PENA, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial de energia renovável no Brasil é enorme e revela uma forte tendência a exploração desse potencial, principalmente em relação ao agronegócio, oferecendo

oportunidades únicas para promover objetivos de desenvolvimento ambiental e econômico, sendo que a matriz energética brasileira se destaca pela grande incidência de fontes renováveis, se colocando entre as mais limpas do mundo.

O agronegócio brasileiro ainda representa uma fonte potencial para geração de energia limpa e renovável em função dos produtos gerados pelo processo produtivo, caso do setor sucroenergético¹¹, que tem capacidade de produzir energia a partir do bagaço de cana-de-açúcar e de outros resíduos orgânicos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Massilon Justino de. **Fundamentos do Agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2007.

AMBIENTE ENERGIA. **Tocantins lança atlas solar e mostra o potencial do estado para a geração fotovoltaica**. Ago. 2018. Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2018/08/tocantins-lanca-atlas-solar-e-mostra-o-potencial-estado-para-geracao-fotovoltaica/34430>>. Acesso em: 13 set. 2018.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Pronaf - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

BUNGE. Bunge inaugura usina em Pedro Afonso (TO). 21 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.bunge.com.br/Imprensa/Noticia.aspx?id=208>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Relatório síntese do balanço energético nacional: ano base 2017**. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <<http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-397/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202018-ab%202017vff.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

DICIONÁRIO FINANCEIRO. **Insumos**. Disponível em: <<https://www.dicionariofinanceiro.com/insumos/>>. Acesso em: 04 set. 2017.

¹¹ Sucroenergético: relativo à produção de energia a partir da cana-de-açúcar.

ESTADÃO. **Entenda o que é PIB e como ele é calculado.** 30 ago. 2018. Disponível em: <<https://tudo-sobre.estadao.com.br/pib-produto-interno-bruto>>. Acesso em: 12 ago.2017.

FEYNMAN, Richard P. **Lições de Física.** Vol. 1. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GIL, Carlos Antônio. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas. 2002.

INSTITUTO PELLETS. **Licor Negro.** Disponível em: <<https://abibbrasil.wixsite.com/institutobrpellets/licor-negro>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

KOHLHEPP, Gerd. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, n.24. v.68, 2010.

LETRAS AMBIENTAIS. **MATOPIBA: O império do agronegócio nos limites do cerrado brasileiro.** 2018. Disponível em: <<https://letrasambientais.org.br/posts/matopiba:-o-imperio-do-agronegocio-nos-limites-do-cerrado-brasileiro>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

NOVA CANA. **Matérias primas do etanol de 2ª geração.** Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/materias-primas>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

PENA, Rodolfo Ferreira Alves. Desenvolvimento sustentável. **Brasil Escola.** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/desenvolvimento-sustentavel.htm>>. Acesso em 05 de maio de 2020.

PESSINE, Roberto Teixeira. **Cogeração - Impactos positivos e adversos no meio ambiente.** Instituto de Eletrotécnica e Energia (USP), 2008.

Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/guestd0f8d58/roberto-teixeira-pessine-25-abril-2008-presentation>>. Acesso em: 17 set. 2018.

PINELLI, Natasha. Desenvolvimento: tecnologia em favor do meio ambiente. **Revista Galileu.** 6 jun. 2016. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/Desenvolvimento/noticia/2016/06/tecnologia-favor-do-meio-ambiente.html>>. Acesso em: 4 out. 2017.

PORTOGENTE. **Cadeia de produção.** 2016. Disponível em: <<https://portogente.com.br/portopedia/76704-cadeia-de-producao>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

QUE CONCEITO. **Energia.** Disponível em: <<https://queconceito.com.br/energia>>. Acesso em 19 mar. 2017.

SIGNIFICADOS. **Energia renovável.** 2019. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/energia-renovavel/>>. Acesso em: 5 abr. 2018.

SIGNIFICADOS. **Operação Greenfield.** 2020. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/operacao-greenfield/>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

SIGNIFICADOS. **Energia não renovável.** 2017. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/energia-nao-renovavel/>>. Acesso em: 5 abr. 2018.

TIBA, Chigueru *et al.* **Atlas Solarimétrico do Brasil:** banco de dados solarimétricos Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>. Acesso em: 03 set. 2017.

TOCANTINS. Secretaria do Planejamento e Orçamento. **Diagnóstico do Agronegócio (P4).** 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/25399816-Diagnostico-do-agronegocio-p4.html>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

UFGA. **Desenvolvimento sustentável:** Esquema representativo. 05 ago. 2008. Disponível em: <<http://desenvolvimentosustentavelufpa.blogspot.com/2008/05/esquema-representativo.html>>. Acesso em: 7 dez 2017.

VILCHES, Amparo; PÉREZ, Daniel Gil; PRAIA, João. De CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, Wildson Luiz dos. **CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisa.** Brasília: Editora da UNB, 2011. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/291958339>>. Acesso em: 12 out. 2018.

WWF. **O que é desenvolvimento sustentável?** Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/>. Acesso em: 3 jan. 2020