



Mudanças Climáticas: Histórico e Futuro

Thales Godoy

Lis Penha

Thiago Cruz

Resumo

A economia e o meio ambiente estão cada vez mais interligados. A maioria dos países ainda depende de fontes de energia não renováveis, mas a busca por fontes limpas e renováveis tem crescido devido à preocupação com as emissões de gases de efeito estufa. O Brasil é líder em energia renovável e tem potencial para produzir energia limpa, como a solar, eólica e hidrelétrica. Além disso, o país possui um importante papel no agronegócio e na economia circular. No entanto, ainda há desafios, como a exploração de recursos naturais sem sustentabilidade e o crescimento econômico como prioridade em muitos países. Para encontrar um equilíbrio entre economia e meio ambiente, é necessário um esforço conjunto de governos, empresas e sociedade civil.

Palavras-chave: Energia Renovável, Sustentabilidade, Brasil, Economia Circular.

Abstract

The economy and the environment are increasingly interconnected. Most countries still depend on non-renewable energy sources, but the search for clean and renewable sources has grown due to concerns about greenhouse gas emissions. Brazil is a leader in renewable energy and has the potential to produce clean energy, such as solar, wind, and hydropower. In addition, the country plays an important role in agribusiness and circular economy. However, there are still challenges, such as the unsustainable exploitation of natural resources and economic growth as a priority in many countries. To find a balance between the economy and the environment, a joint effort of governments, companies, and civil society is necessary.

Keywords: Renewable Energy, Sustainability, Brazil, Circular Economy.



1. Introdução

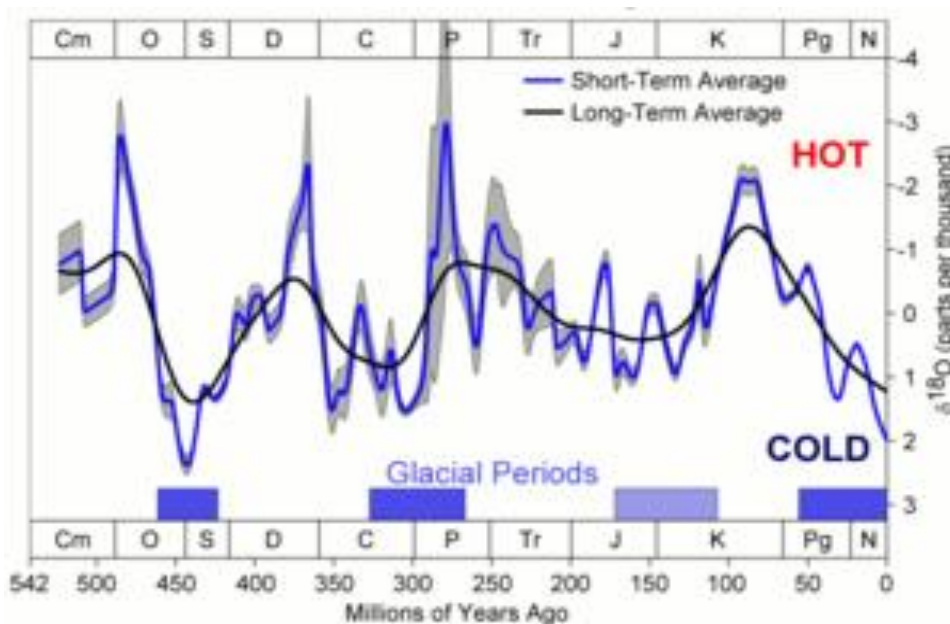
Durante a história de nosso planeta, a Terra já passou por várias mudanças de temperatura causadas por diferentes fatores (CLARK, et al, 2009; HANNAH, 2019). Destes, destacam-se:

1. Mudanças na atmosfera terrestre: existe evidência clara que a quantidade de gases de efeito estufa presentes na atmosfera é diretamente proporcional à temperatura do planeta.
2. Posição dos continentes: o histórico de temperatura do planeta demonstra que eras do gelo costumam aparecer quando os continentes estão em posições que reduzem o fluxo de água morna do equador para os pólos, permitindo assim o aparecimento de calotas polares.
3. Mudanças nas correntes oceânicas: modificadas pela posição dos continentes, pelo nível do mar e pela salinidade do oceano, as correntes de água oceânicas possuem a habilidade de esfriar (ex. com a criação do gelo Antártico) e esquentar (dando às ilhas britânicas uma temperatura mais quente que o normal para seu paralelo).
4. Variações na órbita da Terra: existem evidências fortes que os ciclos de Milankovitch (um grupo de variações cíclicas nas características da órbita terrestre ao redor do sol) afetam as chances de um período glacial ocorrer.
5. Variações na produção de energia pelo Sol: variações de curto prazo nesse fator, como ciclos de manchas solares, afetam a temperatura do planeta ao que menos calor é trazido por raios solares.

Os fatores citados acima, dentre outros, são os responsáveis naturais pelas mudanças de temperatura e climáticas no planeta Terra, como demonstrado pelo seguinte gráfico que apresenta a média de temperatura em cada era geológica. Utilizando-se do gráfico abaixo, temos que as mudanças climáticas ocorreram por motivos naturais até a chegada dos seres humanos. Como um exemplo, considera-se que a queda de temperatura do final do período Devoniano foi causada pela proliferação de florestas pelo globo, o que retirou grandes quantidades de CO₂ da atmosfera terrestre.



Gráfico 1: Mudança Climática no Fanerozóico¹



Fonte: Brink (2015)

A ascensão da revolução industrial adicionou fatores antropogênicos ao aumento da temperatura terrestre, ao que o uso de combustíveis fósseis aumentou rapidamente a quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera no período mais recente da Era Cenozoica, a Quaternária. Assim, Zalasiewicz et al. (2017) sugere denominar nossa era de Antropoceno diante do domínio humano no planeta

2. Energia e Meio Ambiente

A energia envolve-se na questão ambiental na parte da emissão de carbono. Os modos de produção de energia devem buscar ao máximo causar menos danos ambientais. Sobretudo, buscar uma maneira sustentável de produção energética, a qual seja possível ao mesmo tempo ter ganhos na produção de energia e evitar as mudanças climáticas artificiais.

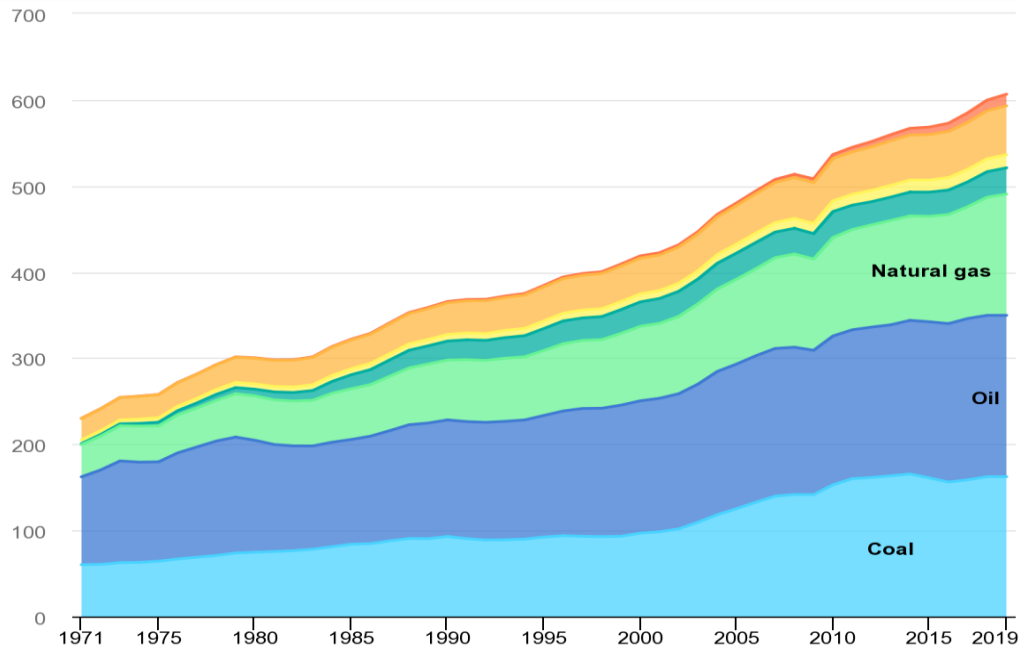
O grande problema que se enfrenta é que o mundo continua sendo muito dependente das fontes não-renováveis, que, além de não possuírem garantia de

¹ O Fanerozóico é uma era geológica que começou há cerca de 541 milhões de anos e é caracterizada pelo surgimento e evolução de organismos multicelulares complexos. Durante essa era, a Terra passou por diversas mudanças significativas, incluindo extinções em massa, mudanças climáticas, evolução de novas espécies e o surgimento de ecossistemas complexos. (RAMPINO et al, 2020)



extração no futuro, emitem gases agravantes do efeito estufa - seja mediante coleta, seja utilização na combustão.

Gráfico 2: Fornecimento total de energia por fonte de 1971 a 2019.



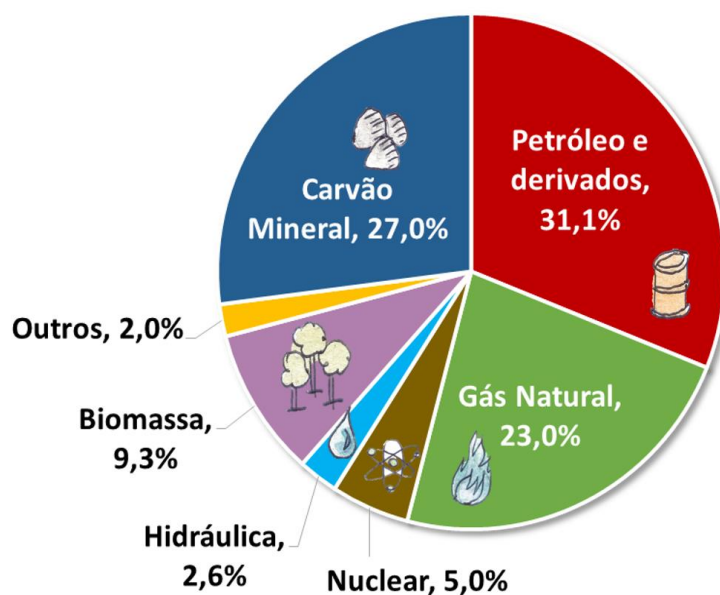
Fonte: International Energy Agency - IEA (2021)

Ao longo das últimas quatro décadas, o fornecimento de energia através do petróleo, do carvão e do gás natural cresceram abruptamente em comparação com as energias renováveis. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2019), a baixa transição da produção de energia das fontes não-renováveis para as renováveis demonstra a dificuldade de produção de energia limpa, e que é necessário ainda muito investimento para substituir ou deixar minoritário o fornecimento dessas energias poluentes.

No mundo, a parcela do consumo de energia derivado das fontes renováveis não chega a ser um quarto do consumo total. Na matriz energética, ainda predominam as fontes problemáticas mencionadas antes. Já na matriz elétrica, essas fontes continuam majoritárias, mas são menores na representação geral pela menor quantidade de uso do petróleo como fonte de energia elétrica, substituído pelas grandes variedades de meios de produção de energias renováveis desde as menos produtivas até as mais famosas como a nuclear, hidráulica, eólica e fotovoltaica.

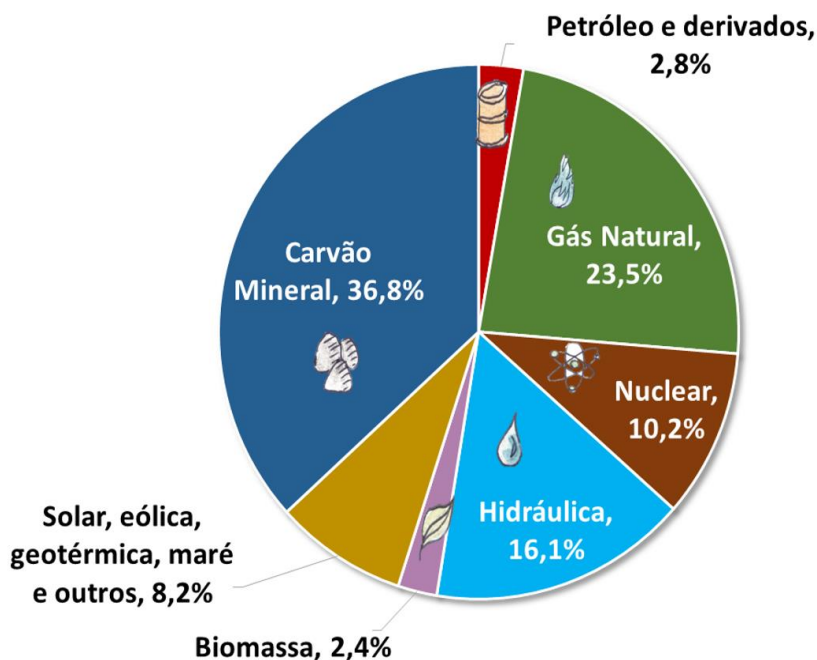


Gráficos 3: Matrizes energética mundiais



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2022)

Gráficos 4: Matrizes elétrica mundiais



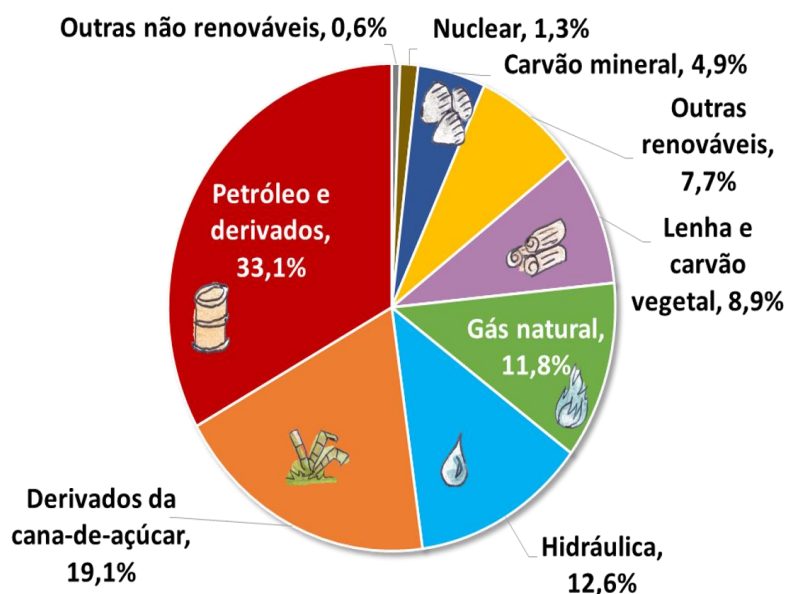
Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2022)

O caminho de transição para a energia sustentável aparenta estar longe se visto pela perspectiva do globo, e talvez até inalcançável, uma vez que em mais de meio



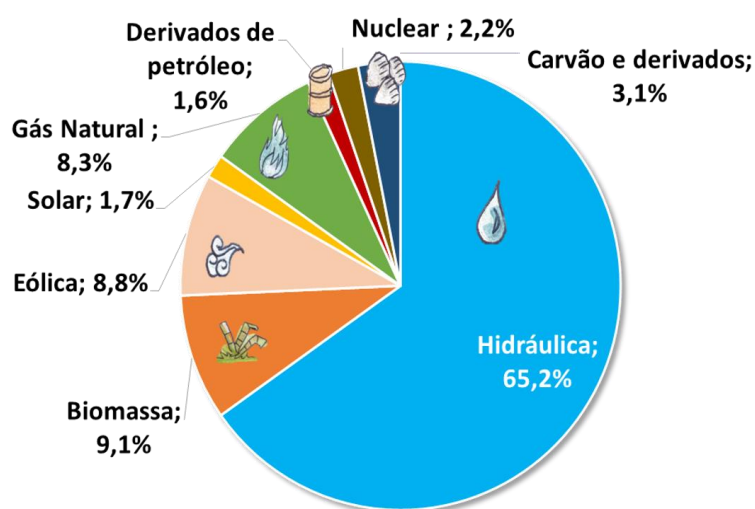
século de alertas sobre a necessidade dessa mudança pouco mudou a matriz mundial. No entanto, se isolados alguns países, é possível olhar com uma visão diferente. Existem nações cuja produção energética advém principalmente de fontes renováveis e, embora apresentem alguns problemas, essa energia limpa supre a necessidade - ou ao menos reduz muito significativamente - da produção com as energias mais poluentes. É o caso do Brasil, que ocupa o terceiro lugar em produção de energia elétrica, atrás apenas da Nova Zelândia e Islândia (REN21, 2020).

Gráficos 5: Matrizes energéticas brasileiras



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2022)

Gráficos 6: Matrizes elétricas brasileiras



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2022)



O Brasil demonstra grande potencial de produção de energia limpa, seja na produção de biodiesel a partir da cana-de-açúcar, seja na energia hidráulica possuindo três das cinco maiores usinas hidrelétricas do mundo. Isso explica a grande matriz verde em relação ao restante do mundo. No entanto, as questões energéticas devem ser analisadas cautelosamente, entendendo as questões geográficas e socioeconômicas de cada país. Por isso, comparações entre nações no âmbito do fornecimento de energia são difíceis, existem regiões mais propensas para o desenvolvimento de determinada fonte elétrica, seja geotérmica, eólica, fotovoltaica, hídrica, oceânica, entre outros. Não convém dizer, entretanto, que não se deva adotar exemplos a serem seguidos de transição de energia mais poluente para a mais limpa, ou que não deva haver esforço.

Fato é que o caminho para a energia que prejudique o menor possível do meio ambiente é comprido e árduo. A adoção das fontes renováveis é um processo a ser mais debatido, visto que algumas delas fogem do controle humano e apresentam problemas, nenhum meio de produção de energia é completamente limpo e livre de problemas. Nesse processo, encontram-se muitas problemáticas. As energias mais populares como a fotovoltaica, hidrelétrica, solar e geotérmica dependem de questões naturais. Ainda que determinado país tenha propensão a adotar essas fontes, qualquer distúrbio climático que impacte minimamente as fontes já torna possível uma crise elétrica: foi o caso do Brasil em 2021, quando uma crise hídrica afetou a geração de energia da maior fonte brasileira, obrigando o Estado brasileiro a reativar termelétricas para suprir a demanda por energia.

O ponto da discussão é que deve ser levado em consideração a acessibilidade, a constância e os impactos ambientais que a adoção de determinada fonte de energia causa. Como mencionado antes, nenhuma fonte de energia é livre de poluição, o que se leva em conta é a temperança de determinada fonte, se polui muito ou se polui menos. Mais além, a energia deve ser acessível localmente, de baixo custo de produção e de distribuição. Deve ser capaz de produzir constantemente e minimizar ao máximo os fatores externos que a atrapalhem, para que imprevistos não afetem tanto assim a produtividade. Por fim, deve ser reciclável capaz de renovar-se, não gerar externalidades negativas e durável.

Visto isso, encontramos problemas nas energias mais aclamadas: eólica, hidrelétrica, biomassa, fotovoltaica/solar. A eólica é a que menos apresenta problema



destas fontes: as turbinas são recicláveis, o custo de construção de campos eólicos é baixo, os ventos são renováveis ainda que não sejam controláveis e constantes, duram de duas a quatro décadas. A hidrelétrica já possui mais problemas: o custo para montagem de uma barragem é mais alto, a fonte é renovável -mas depende fortemente do clima-, e externamente essas usinas destroem ecossistemas e comunidades ribeirinhas. A biomassa também é interessante: o custo de produção diminui com a tecnologia, pode produzir energia elétrica a qualquer momento desde que haja matéria orgânica para tal, é renovável, no entanto, emite gases poluentes, pois a obtenção de eletricidade é feita através da combustão. A fotovoltaica é um meio termo: produz somente de dia e conforme as condições meteorológicas, o custo de produção é baixo junto com a eólica, no entanto não pode ser considerada reciclável pois o custo de reciclagem é mais caro que um painel novo, em consequência, os painéis solares são jogados em aterros, colocando o solo em contato com chumbo, ouro e cobre.

Portanto, todas as formas de produção de energia elétrica possuem seus próprios defeitos e virtudes. Entender o potencial de determinada região é importantíssimo para escolher o melhor modo de produção. Porém, manter uma grande predominância de somente uma ou duas fontes energéticas é um problema: os riscos tornam-se maiores se não houver uma diversificação da matriz energética. Se porventura ocorrer alguma mudança climática que afete diretamente a fonte de produção de algumas dessas energias, o país cuja matriz elétrica for mais diversificada sofrerá menos.

Outra forma de produção de energia que cumpre bem os critérios de uma boa fonte é a energia nuclear. Ainda que a energia nuclear seja controversa (principalmente depois do incidente em Fukushima, no Japão), é inegável que essa forma de obtenção de energia é muito eficaz, sobretudo limpa. Se essa fonte possui alguns problemas são o alto capital necessário para construção de uma usina nuclear² e a renovabilidade do urânio³.

Os fatores enumerados não descartam de forma alguma a viabilidade da energia nuclear. Se levado em conta outros fatores, essa forma de energia supera as demais.

² Tanto o investimento tecnológico quanto profissional e material para a construção de uma usina são elevados, ainda que a energia pague ao longo do tempo, isso aumenta o fator risco por ser um investimento de longo prazo, afastando o capital privado.

³ O urânio não é um recurso renovável, e, ainda que seja possível uma reciclagem ou prolongamento do tempo de uso, uma hora esse minério acabará.



Os reatores nucleares produzem a qualquer instante e não dependem de efeitos climáticos para o funcionamento, isso possibilita que países sem propensões naturais a algumas fontes se destaquem produzindo energia verdadeiramente limpa. Em termos de ausência de externalidades negativas, a energia nuclear é campeã, não emite gases poluentes, muito menos descarta resíduos na natureza, tampouco destrói ecossistemas. Após o tempo de uso de uma usina esgotar, toda a estrutura pode ser reciclada, além de ser extremamente segura.

A energia nuclear, como demonstrado, também possui pontos fracos e fortes. Todas essas características fazem da energia nuclear uma opção a se considerar, não por ser melhor que as outras fontes de fornecimento de energia verde, mas por ofertar qualidades que cobririam os defeitos dessas outras fontes, e ter defeitos que seriam cobertos pelas qualidades das demais.

A diversificação da matriz energética em diferentes formas de produção de energia verde é um passo significativo para a redução das mudanças climáticas e destruição do meio ambiente. Apesar de existirem diversos obstáculos a serem superados, a diversificação é pauta que auxilia no processo de aumento da produtividade energética e no desenvolvimento sustentável, à medida que diminui a emissão de gases poluentes na atmosfera.

3. O Meio Ambiente e o Agronegócio

O agronegócio é um conjunto de práticas que podem ser realizadas em áreas rurais, incluindo a pecuária, a agricultura e a cadeia de produção que é necessária para essas atividades. O agronegócio tem uma grande importância para a economia brasileira, por exemplo, no ano de 2021 o agronegócio atingiu 27,4% do PIB (CEPEA; CNA, 2022). Além disso, segundo Fontes (2020), o agronegócio é responsável por 43% das exportações no Brasil e isso ocorre por causa da alta produtividade que foi motivada pelos incrementos tecnológicos usados no campo. Entretanto, essas atividades ligadas à produção agrícola também trazem vários problemas para a sociedade, principalmente quando são feitas ações na ilegalidade.

Apesar da grande importância dessa área para a economia no Brasil, o agronegócio traz muitos problemas para a sociedade. Nesse sentido, o uso de agrotóxicos é um grande problema para a sociedade, principalmente para as comunidades que moram perto desses locais que fazem muito uso de agrotóxicos, uma



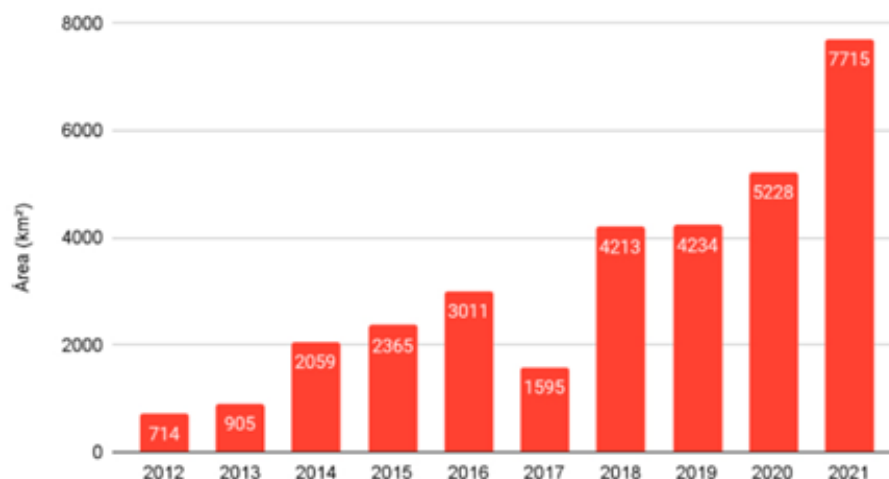
vez que os agrotóxicos contaminam o solo, a água e até mesmo o ar. No entanto, o Brasil é um grande consumidor dessas substâncias e, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 20 mil mortes por ano são registradas em todo o mundo devido ao uso inadequado de agrotóxicos (SOARES, 2019). Diante disso, o contato com essas substâncias pode trazer sintomas de diferentes formas a depender do nível de exposição e do indivíduo, por exemplo irritação na pele, na garganta e na boca, além da possibilidade do desenvolvimento de um câncer, como já apontam alguns estudos.

Assim, os agrotóxicos são substâncias que podem prejudicar o meio ambiente e a sociedade, mas existe um debate sobre se é possível ocorrer uma diminuição dessas substâncias. Segundo Silva et al. (2019), a produção agrícola sem o uso de agrotóxicos pode ser viável e trazer benefícios para a saúde humana e para o meio ambiente. No entanto, essa transição requer mudanças significativas na forma como os produtores conduzem suas atividades e exige um período de transição para ajustar as práticas agrícolas e obter sucesso na produção sem agrotóxicos. Apesar do fim do uso de agrotóxicos estar longe de ocorrer, já existe um movimento para a diminuição dessas substâncias, por exemplo o Fórum Gaúcho de Combate ao Impacto dos Agrotóxicos que foi criado em 2013, e como esse já existem vários fóruns similares em diversos estados.

Além do uso de agrotóxicos, o agronegócio traz um grande problema relacionado com o desmatamento ilegal. De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas para alimentação e agricultura (FAO), mais de 80% do desmatamento no Brasil está ligado com a conversão de terras para práticas agropecuárias (FAO, 2021). Além disso, o problema do desmatamento no Brasil afeta diversas áreas e inclusive o próprio agronegócio. Nesse sentido, é importante salientar que a floresta amazônica é muito necessária para o ciclo da chuva, e consequentemente para o agronegócio, uma vez que apenas 10% das lavouras brasileiras são irrigadas (IBGE, 2019). Entretanto, com a retirada vegetal esse ciclo pode ser afetado e as plantações e as criações de gado ficam comprometidas. Assim, as mudanças climáticas também são responsáveis pelo aumento de eventos extremos, como queimadas, ciclones, ondas de calor e entre outros.



Gráfico 7: Histórico de desmatamento acumulado de janeiro a agosto



Fonte: SAD/Imazon, (2022)

Portando, segundo Gatti, et al. (2018) ocorre uma queda de produtividade e uma diminuição de receita por causa da falta de chuva provocada pelo desmatamento. Diante disso, existem diferentes indicações para o futuro, por de acordo com Artaxo (2020), o Brasil central pode enfrentar um aumento da temperatura de 4 ou 5 graus nas próximas décadas. Outro exemplo é que de acordo com Lawrence e Vandecar (2014), que afirmam que se o desmatamento na Amazônia atingir 40% do seu território as mudanças climáticas vão ser sentidas a mais de 3,2 mil km da bacia do rio da Prata. Assim, o impacto do desmatamento é grande para diversas partes da sociedade, incluindo o próprio agronegócio, que é o principal responsável pelo desmatamento ilegal.

Atualmente, existem diversas tecnologias diferentes que podem diminuir o desmatamento ilegal e os agrotóxicos, já que com elas existe um ganho de produtividade sem a necessidade de aumentar as áreas produtivas e sem a utilização de mais substâncias tóxicas. Diante disso, o uso do chamado agronegócio 4.0 vem crescendo e a tentativa de diminuir o impacto ambiental aumentando. Assim, esse tipo de agronegócio faz uso de diversas tecnologias, como o uso de drones para fazer o mapeamento do terreno e fazer diversas análises, além dele conseguir fazer a pulverização e a irrigação. Outrossim, o uso da biotecnologia junto com o agronegócio resultou no melhoramento genético, que é baseado na escolha das melhores sementes ou animais, e a utilização de um software auxilia na organização e na gestão e com ele é possível racionalizar a utilização de equipamentos e de insumos.



Portanto, o agronegócio é muito importante para a sociedade, mas é necessário que existam mudanças em relação a preservação do meio ambiente, uma vez que a preservação dele é importante para não diminuir a produção e o lucro do agronegócio. Além disso, o impacto da destruição do meio ambiente é grande para diversas áreas da sociedade e sem os cuidados necessários com a natureza as mudanças serão irreparáveis no futuro. Diante disso, usando as tecnologias atuais e espalhando a importância do meio ambiente para os próprios produtores, é possível ter um agronegócio sustentável, apesar de ser um processo demorado e difícil.

4. Economia Circular

Um sistema de economia circular é basicamente garantir um desenvolvimento que foque na sustentabilidade por meios de insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis e em uma manutenção de produtos, que teria maior adição e retenção de recursos, possibilitando que retorne ao ciclo econômico (LEITÃO, 2015). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (2021), a soja teve um aumento no faturamento, que já era esperado de 75,3%, esse avanço foi consequência da grande expansão nas áreas destinadas à cultura da soja, e ganhos na produção.

De acordo com os estudos analíticos da Soja da CEPEA (2021), também mostra que os preços relativos a esse produto, subiram nos primeiros trimestres de 2021. Além do desmatamento que ocorre em regiões privadas ou sob diversos estágios de posse privada, que por sua vez é a maioria do Brasil, com 66% de desmatamento. Segundo o Imazon (2019), o restante do desmatamento foi registrado em Assentamentos, que no estado do Amazonas, alcança 40 Km² de terras afetadas, Unidades de Conservação contendo na região do Pará, 40 Km² de desmatamento e 1% em terras indígenas, que inclusive, no estado do Tocantins a degradação do solo é mínima. Outra parte para outras localidades da América do Sul, e para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Os pecuaristas que optarem por bovinocultura para corte, têm buscado repassar nos preços de venda do animal os elevados custos de produção, sobretudo os relacionados aos animais de reposição e à alimentação, que representam a maior parcela dos gastos da atividade. Com base nos dados do Censo da Agropecuário, do IBGE (2019), pesando o PIB sob a produção de bovinos no campo, atividade de maior valor líquido do segmento. Apesar disso, produtores têm demonstrado apreensão com o futuro do mercado, em função da retomada da produção chinesa. Para todas as



culturas pecuárias, vale ressaltar a semelhança do efeito negativo sobre as margens do custo da produção, puxadas pelo alto padrão de nutrição animal.

5. Considerações Finais

Assim, o meio ambiente é de extrema importância para várias áreas da sociedade, como a agricultura, a pecuária, a produção de energia e até para o bem-estar da população. Diante disso, ao longo dos milhares de anos da existência da Terra ocorreram diversas mudanças, mas atualmente muitas dessas mudanças acontecem por causa da intervenção do ser humano. Nesse sentido, o avanço da sociedade também pode prejudicar o meio ambiente e conseqüentemente prejudicar a economia e a saúde da população. Portanto, é difícil conciliar o avanço e o aumento da sociedade com a preservação do meio ambiente, mas não é impossível e é muito necessário tentar ao máximo evitar o desmatamento ilegal e a emissão de gases de efeito estufa.

Atualmente, a maior parte das fontes de energia no mundo ainda são fontes que causam muitos danos ambientais e que cada vez mais causam mudanças climáticas e a diminuição da camada de ozônio. Apesar disso, grande parte das fontes de energia no Brasil são fontes renováveis e consideradas limpas, mesmo que algumas ainda causem um impacto para as populações locais como as usinas hidrelétricas. Assim, todas as fontes de energia contêm defeitos que prejudiquem o meio ambiente e a população, por isso é necessário que cada país tente diminuir esses efeitos e se adaptar a condições que pensem no futuro da humanidade.

Além disso, o agronegócio é de suma importância para a economia da maioria das sociedades e no Brasil não diferente, mas com o avanço das mudanças climáticas a tendência é que a pecuária e a agricultura sejam muito prejudicadas ao longo do tempo. Diante disso, grande parte do desmatamento ilegal está associado com práticas de agriculturas, então é extremamente necessária a fiscalização para evitar o avanço da retirada de vegetação de forma ilegal. Outrossim, o avanço da tecnologia é importante para ter um processo de agronegócio sustentável, uma vez que cada vez mais a população global aumenta e a demanda pelo agronegócio também.



6. Referências Bibliográficas

- ARTAXO, P. Climate change in Brazil: recent progress and future directions. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 11, n. 6, 2020. DOI: 10.1002/wcc.671.
- BRINK, H. (2015) Periodic Signals of the Milky Way Concealed in Terrestrial Sedimentary Basin Fills and in Planetary Magmatism? **International Journal of Geosciences**. V. 6, 831-845. Disponível em: <10.4236/ijg.2015.68067>.
- CEPEA; CNA. PIB do agronegócio cresce 5,48% em 2021, aponta estudo do CEPEA/CNA. Piracicaba: CEPEA, mar. 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB_J_An_Dez_2021_Mar%C3%A7o2022.pdf>.
- CEPEA. Soja: Indicadores Econômicos – janeiro a dezembro/2021. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/dados-da-soja.aspx>>.
- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos, Safra 2020/21, Sexto Levantamento. Brasília, DF: CONAB, jun. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). BEN 2022 - Balanço Energético Nacional 2022. Brasília: EPE, 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>>.
- FAO. The State of the World's Forests 2020. Rome, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/state-of-forests/en/>>.
- FONTES, V. A tecnologia como aliada do agronegócio brasileiro. Agrosmart, 2020. Disponível em: <<https://www.agrosmart.com.br/tecnologia-aliada-agronegocio-brasileiro/>>.
- GATTI, L. V.; MARANI, L.; BONAL, D.; MIRALLES, D. G.; TÓTA, J.; ALBERTI, A.; PIRES, R. C. M.; PEREIRA, G.; SALESKA, S. R.; RESTREPO-COUBE, N.; et al. Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements. **Nature Communications**, v. 9, p. 1-11, 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41467-018-06601-6>>.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html>>.
- IMAZON. Áreas Protegidas na Amazônia Brasileira: Avanços e desafios. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon)**, 2019. Disponível em: <<https://amazon.org.br/publicacoes/areas-protegidas-na-amazonia-brasileira-avancos-e-desafios-2/>>.



- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Data and Statistics. Disponível em: <<https://www.iea.org/data-and-statistics>>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 1, p. 27-36, 2014. DOI: 10.1038/nclimate2430.
- LEITÃO, Alexandra. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, vol.1, n. 2, p. 149 - 151, setembro de 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.14/21110>>
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Renewables 2019: Analysis and forecasts to 2024. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/b3911209-en>>.
- RAMPINO, M.R. et al. A Late Devonian Mass Extinction Event Triggered by a Global Cooling and Volcanism. **Geology**, v. 48, p. 15-19, 2020.
- REN21. Renewables 2020 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat, 2020. Disponível em: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>.
- SISTEMA DE ALERTA DE DESMATAMENTO (SAD)/IMAZON. Boletim do desmatamento da Amazônia Legal: Janeiro de 2022. Belém: Imazon, 2022. Disponível em: <<https://imazon.org.br/sad/>>.
- SILVA, J. A. et al. Produção de alimentos sem agrotóxicos: análise dos benefícios para a saúde e o meio ambiente. Revista de Agricultura Urbana e Suburbana Sustentáveis, v. 9, n. 1, p. 21-34, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rarus/article/view/9175/6466>>.
- SOARES, T. Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, diz pesquisador. **Revista FAPESP**, São Paulo, n. 275, p. 62-65, mar. 2019. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/brasil-e-um-dos-maiores-consumidores-de-agrotoxicos-do-mundo-diz-pesquisador/>>.
- ZALASIEWICZ, J. et al. The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**. v. 376, n. 2121, 2017