

## O IMPACTO POSITIVO DA TECNOLOGIA NO MEIO AMBIENTE: A GREEN TECH E PERSPECTIVAS DIANTE DOS ODS 7, 9, 11, 12, 14 e 15 DA AGENDA 2030 DA ONU

### THE POSITIVE IMPACT OF TECHNOLOGY ON THE ENVIRONMENT: GREEN TECH AND PERSPECTIVES IN LIGHT OF SDGs 7, 9, 11, 12, 14 AND 15 OF THE UN'S 2030 AGENDA

**CAROLINA APARECIDA GALVANESE DE SOUSA**

Estágio Pós-doutoral em andamento em Direito pelo Centro Universitário Curitiba - UNICURITIBA. Doutora em Direito Ambiental Internacional. Mestre em Direito da Saúde. Advogada. Docente. Pesquisadora. Investigadora colaboradora do Lisbon Public Law Research Centre. Pesquisadora da Associação Lawgorithm de Direito e Inteligência Artificial. Membro de Grupos de Pesquisa em Direito. E-mail: carolina.adv@adv.oabsp.org.br. Orcid: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-3208-3184>.

**DANIEL FREIRE E ALMEIDA**

Estágio Pós-doutoral, Doutor e Mestre em Direito Internacional. Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - Doutorado e Mestrado em Direito da Universidade Católica de Santos. Advogado. E-mail: danielfreire@unisantos.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5723-9723>.

**MÁRCIO GONÇALVES FELIPE**

Doutorando em Direito Ambiental Internacional. Bolsista CAPES. Mestre em Direito da Saúde. Especialista em Direito Processual Civil. Advogado. Docente. Membro de Grupo de Pesquisa em Direito. E-mail: márcio.felipe@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9026-252X>.

## RESUMO

Analisar o impacto positivo das Tecnologias Verdes (Green Tech) como instrumento de governança ambiental global e sua contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7, 9, 11, 12, 14 e 15 da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), diante da reconfiguração social e ambiental promovida pelo desenvolvimento tecnológico digital. A investigação se baseia em revisão bibliográfica de conteúdo exploratório mediante pesquisa em literatura e sites de repositório científico, a partir do uso das palavras-chave, que adota na construção do trabalho o método dedutivo com abordagem qualitativa, para analisar a interface entre tecnologia e sustentabilidade, bem como o papel das *Green Techs* na mitigação de impactos e no avanço dos ODS. A gestão otimizada das *Green Techs*, integrando inovações como Inteligência Artificial, Internet das Coisas e energias renováveis, propicia resultados positivos substanciais em diversas esferas da atividade humana. Evidencia-se o papel da *Green Tech* como mecanismo de retroalimentação da governança ambiental global, com ênfase nas práticas de ESG, e suas aplicações contemporâneas na resolução de desafios ambientais. A conclusão preliminar aponta para a indispensabilidade recíproca e a eficácia da *Green Tech* e da Governança



Ambiental Global, manifestada pelo protagonismo do ESG na promoção da sustentabilidade e no avanço rumo aos objetivos da Agenda 2030. Este estudo contribui ao consolidar a *Green Tech* como um vetor essencial para a sustentabilidade global e a efetivação da Agenda 2030, oferecendo uma análise jurídica e socioambiental pertinente.

**Palavras-chave:** *Green tech*; Tecnologia verde; Sustentabilidade; *Smart cities*; *Green energy*.

## ABSTRACT

*To analyze the positive impact of Green Technologies (Green Tech) as an instrument of global environmental governance and their contribution to Sustainable Development Goals (SDGs) 7, 9, 11, 12, 14, and 15 of the United Nations (UN) 2030 Agenda, in light of the social and environmental reconfiguration driven by digital technological development. The investigation is based on an exploratory bibliographic review through literature and scientific repository websites, using keywords. It adopts a deductive method with a qualitative approach in the construction of the work, to analyze the interface between technology and sustainability, as well as the role of Green Techs in mitigating impacts and advancing the SDGs. The optimized management of Green Techs, integrating innovations such as Artificial Intelligence, Internet of Things, and renewable energies, provides substantial positive results across various spheres of human activity. The role of Green Tech as a feedback mechanism for global environmental governance is highlighted, with an emphasis on ESG practices, and its contemporary applications in solving environmental challenges. The preliminary conclusion points to the reciprocal indispensability and effectiveness of Green Tech and Global Environmental Governance, manifested by the prominence of ESG in promoting sustainability and advancing towards the 2030 Agenda objectives. This study contributes by consolidating Green Tech as an essential vector for global sustainability and the implementation of the 2030 Agenda, offering a pertinent legal and socio-environmental analysis.*

**Keywords:** *Green tech*; *Ggreen technology*; *Sustainability*; *Smart cities*; *Green energy*.

## 1 INTRODUÇÃO

Assim como é certo o papel vital exercido pela tecnologia na sociedade informacional contemporânea, é igualmente inequívoco que o salto de desenvolvimento atribuível por sua instrumentalização, e meteórica velocidade de implementação na vida diária, vem causando impactos significativos em todos os setores da vida nos quais sua passagem se verifica.



Muito embora os avanços tecnológicos tenham proporcionado benefícios relevantes para a humanidade, como o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade de vida, a expansão do conhecimento, e a promoção do desenvolvimento de modo geral, em contrapartida, sua engenharia e consecução, pressupõe no mais das vezes, inevitavelmente, a geração de impactos negativos no meio ambiente.

A atividade industrial, por exemplo, além de ser a principal responsável pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera (que contribuem para o aquecimento global e conseqüentemente nas mudanças climáticas), também provoca o esgotamento de recursos naturais como água e energia, por serem estes base de sua produção e insumo, o que pode ser tido como relevante impacto negativo no meio ambiente natural.

Tal constatação impõe um enfrentamento urgente do tema, visando harmonizar os interesses aparentemente contrapostos, e a consecução do desenvolvimento sustentável.

Para tanto, nesta investigação, será apontado no primeiro tópico a ponderação necessária para sopesar os impactos da tecnologia na rotina humana (negativos e positivos), no segundo, o impacto positivo que a *green tech* tem possibilitado inclusive como mecanismo de retroalimentação da governança ambiental global pelas boas práticas de ESG e participação ampliada de entes estatais e não estatais, e por derradeiro, no terceiro tópico, serão colacionados alguns usos atuais da *green tech* na solução de desafios e problemas ambientais demonstrando a viabilidade de seu uso como instrumento eficaz no atingimento dos ODS da Agenda 2030 da ONU, com vistas à promoção da sustentabilidade global.

## 2 IMPACTOS DA TECNOLOGIA NO MEIO AMBIENTE

Conforme o inciso II do artigo 6º. da Resolução, o impacto<sup>1</sup> ambiental pode ser positivo (trazer benefícios) ou negativo (adverso), e pode proporcionar ônus ou benefícios sociais. “Não se pode falar em impacto, sem qualificá-lo, para fazer um

<sup>1</sup> Ainda conforme a Resolução CONAMA 01/86, impacto é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota e a qualidade dos recursos ambientais.”



juízo de valor, da mesma forma que não se pode falar em comportamento, sem qualificá-lo” (Fenker, 2011, p.2; CONAMA, 1986).

Ainda quanto à forma como se deflagram, os impactos podem ser divididos em duas grandes categorias principais: impactos diretos e impactos indiretos.

Os impactos diretos são aqueles que ocorrem de forma imediata e evidente como a poluição do ar, da água e do solo; a destruição de habitats naturais; a extinção de espécies; a alteração do clima.

Os impactos indiretos são aqueles decorrentes de forma reflexa ou tardia, sendo exemplos o aumento do consumo de recursos naturais não renováveis; a geração de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos); a distribuição desigual dos benefícios.

Partindo de uma visão realista, não é possível conceber o desenvolvimento e até asobrevivência humana sem qualquer repercussão no mundo fático que não possa ser caracterizada como impacto.

Se tratando do objeto deste estudo, observa-se que a tecnologia gera impactos de natureza dúplice: negativos e positivos.

Ao mesmo tempo em que é possível verificar ser ela a causadora de muitos problemas ambientais e sociais, é também uma ferramenta de solução no enfrentamento da degradação ambiental, das alterações climáticas, da escassez de alimentos, da gestão de resíduos, e de outros complexos reveses globais pretéritos e prementes, como adiante se verá.

Tecnologias como a inteligência artificial (IA), a aprendizagem automática, a *blockchain*, a IoT e o mapeamento geoespacial, estão a impulsionar a quinta revolução industrial, e têm o potencial de nos ajudar a resolver os nossos objetivos no intento de lograr a ansiada sustentabilidade (Corrêa; Dias, 2016, Mouha, 2021, Rossini; Napolini, 2017).

Isso sem falar sobre as *smart grids*, *smart cities* e *green energy*, que descortinam igualmente a partir da tecnologia, um futuro promissor no tocante à gestão da energia, mobilidade urbana, e entrega de uma melhor qualidade de vida à toda a sociedade (Dhara; Shrivastan; Sadhu, 2021; Negreiros, 2016).

Assim, é factível que o melhor critério para harmonização dos impactos é a análise pela ponderação.

Se os impactos negativos forem ínsitos ao acesso do recurso natural pretendido, e houver a evidência de sua necessidade inerente, contando portanto com



uma autorização social e justificativa ética, a própria noção de sustentabilidade possibilita a manutenção de um equilíbrio eterno e sistêmico com vistas à permissão da continuidade da vida nesse planeta (Capra, 2013).

Neste exame se equalizam os aspectos sociais, econômicos e ambientais, de forma integrada e indissociável.

A compensação corresponde à resultante entre impacto negativo deduzido do impacto positivo, incluindo-se os custos e benefícios ambientais, econômicos e sociais. Não se cogita em eliminar os impactos negativos, ou mesmo de considerá-los dano. Mas sim, em mantê-los, compensando de outra forma, neste caso, pelo sobejar dos benefícios positivos advindos. (Fenker, 2011, p. 9).

Logo, é de se concluir que, nessa medida, os benefícios acabam por absorver os malefícios, endossados pela imprescindibilidade do uso, o que se denomina de compensação.

### 3 O IMPACTO POSITIVO DA *GREEN TECH* COMO INSTRUMENTO DE GOVERNANÇA AMBIENTAL GLOBAL

Os impactos da tecnologia no meio ambiente são um tema de crescente assento jurídico dada a contingência intrínseca, notadamente quando se cotejam sua imprescindibilidade e crescimento exponenciais, e a necessidade mundial de atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 pelos países membros da ONU.

Sendo a sustentabilidade a voz de comando de todas as políticas de planejamento atuais, todos os propósitos envolvidos com o uso da tecnologia devem obrigatória e inseparavelmente ter por escopo o atendimento dos critérios vinculados aos ODS e aos seus cinco pontos basilares: meio ambiente, desenvolvimento social, econômico, participação ampliada, e cultura da paz (Sachs, 2015).

Há portanto que se promover e fomentar o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, ou tecnologias verdes, as modernamente denominadas *green techs*.

Isso porque, a tecnologia verde apresenta virtuosismo em diversos campos da pauta ambiental, por exemplo no que diz respeito à mitigação das mudanças climáticas com o acompanhamento e monitoramento satelital dos pontos críticos em



que possa haver maior risco de emissão de GEE, permitindo uma intervenção pontual e síncrona (Copernicus, 2023), à promoção da eficiência energética (*smart grids*) e o uso de energias renováveis (Dhara; Shrivastav; Sadhu, 2021), à reparação de danos já experimentados inclusive com a recomposição do *status quo ante* em alguns casos, à otimização e economia de tempo e recursos com o uso da Inteligência Artificial ou Internet das Coisas (IoT) mediante a implantação de ambientes inteligentes como na área da agricultura, fortalecendo a segurança alimentar, e na dinâmica das *smart cities*, dentre outros (Mouha, 2021).

Mecanismos de *soft law* à disposição dos *players*, merecem destaque, e neste aspecto a governança ambiental global, que impulsionada pelas boas práticas de ESG no manejo de uma série de medidas programáticas e pragmáticas, permitem a implementação de projetos com vantagens exitosas tanto sob o viés ambiental quanto econômico, com possível e eficaz abrangência atuarial não apenas no ambiente corporativo das empresas estatais e não estatais, como também na rotina de mercado, gerando emprego, renda e conseqüentemente desenvolvimento sustentável, na exata medida em que perseguem a conquista de crescimento com o menor impacto possível ao meio ambiente, mediante o uso das modernas tecnologias disponíveis.

Isso porque a instrumentalização da tecnologia verde pode transmitir mensagem positiva ao mercado de capitais, aumentar a transparência das empresas e permitir que estas conquistem assim a preferência de acionistas, especialmente a confiança de investidores externos, o que por sua vez facilita o acesso a financiamentos corporativos, otimiza o ambiente de ininterrupta inovação, e estimula as empresas a manterem um desenvolvimento sustentável.

Estudo avaliativo desenvolvido com empresas chinesas aponta que o bom desempenho de ESG pode promover a inovação da tecnologia verde no meio empresarial, isso porque por detrás das práticas *de per se*, há os benefícios da boa reputação corporativa, satisfação dos funcionários, atratividade para investidores, e inovação tecnologia em geral (Zhang; Jin, 2022).

A exemplo, pode-se citar o *Roadmap* tecnológico, em que na busca por patentes verdes<sup>2</sup> que impulsionem negócios a partir de uma associação positiva com

<sup>2</sup> “A chamada “patente verde” foi instituída no Brasil por meio da resolução 283/2012 do INPI como forma de alinhamento das políticas públicas referente à concessão de patentes com aquelas relativas ao combate às mudanças climáticas, uma forma de harmonizar-se a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC.” As tecnologias beneficiadas seguem inventário da Organização



a responsabilidade ambiental, acaba por fomentar empreendedorismo e inovação sustentável, gerando obviamente, ganhos e desenvolvimento (Bretas; Hora, 2017).

Logo, é certo que a *Green Tech* e a Governança Ambiental Global manifestada pelo protagonismo do *ESG* são reciprocamente imprescindíveis, separáveis, e eficientes no alcance da sustentabilidade.

#### 4 UTILIZAÇÃO DA GREEN TECH EM PRESTÍGIO DA SUSTENTABILIDADE

É verificado um exponencial avanço das utilizações e incremento da *green tech* em questões ambientais.

Tanto para fins de mitigação de impactos quanto para reparação de danos apuráveis, a tecnologia tem proporcionado de maneira exitosa, o impulsionamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda ONU 2030.

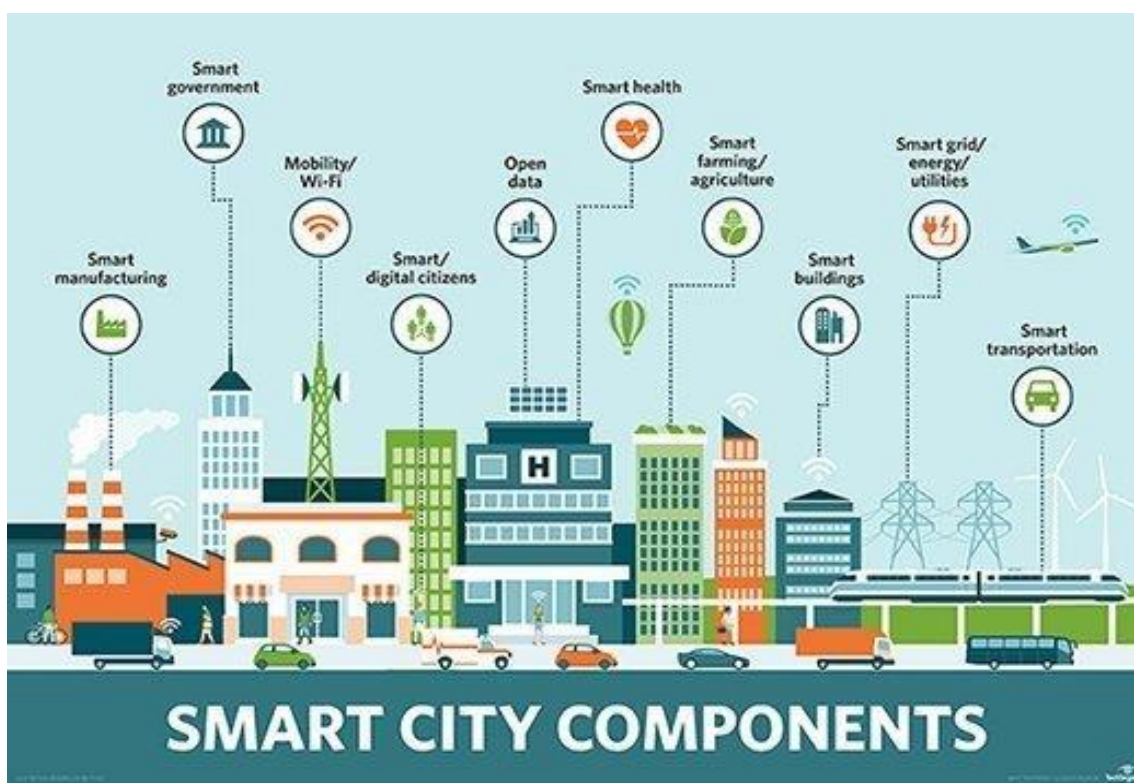
Aos ODS 9 e 11 que ambicionam a implementação de cidades sustentáveis com novo modelo de infraestrutura, pode-se colacionar o moderno conceito de *IoT*<sup>3</sup> ou Internet das Coisas, que com toda a inteligência artificial, dinamiza o gerenciamento das cidades, a conceber o moderno conceito de *smart cities*, ou cidades inteligentes, onde a partir de um sistema em rede organizado, multissensorial, automatizado e inteligente (dotado de tecnologia algorítmica binária para tomada de decisão autônoma), com a condução pela internet, e contando consequentemente com todo um arsenal de equipamentos de hardware como computadores e satélites, é possível o uso de todo um meio ambiente gerenciado de maneira inteligente, como casas, sistema de tráfego, monitoramento de resíduos (com o rastreamento e facilitação da logística reversa), maior eficiência na produção agropecuária e energética (com o controle integral do ambiente), economia em vários setores pela otimização de recursos e redução de desperdício, com isso a preservação de fauna e flora, e melhor qualidade de vida humana diante da posse de longevidade digna (Mohua, 2021).

#### Figura 1: Conexões estabelecidas dentro do conceito de *Smart City*

Mundial de Propriedade Intelectual, sendo dividida em 5 grupos: a relativa às energias alternativas, às tecnologias relacionadas à transporte, à conservação de energia, ao gerenciamento de resíduos e à agricultura. (Dantas; Xavier; Guimarães, 2013).

<sup>3</sup> *IoT* é sigla que provém da expressão em inglês *Internet of Things*, traduzido livremente por Internet das Coisas.





Fonte: SOUTH POLAND LEANTECH CLUSTER, 2026.

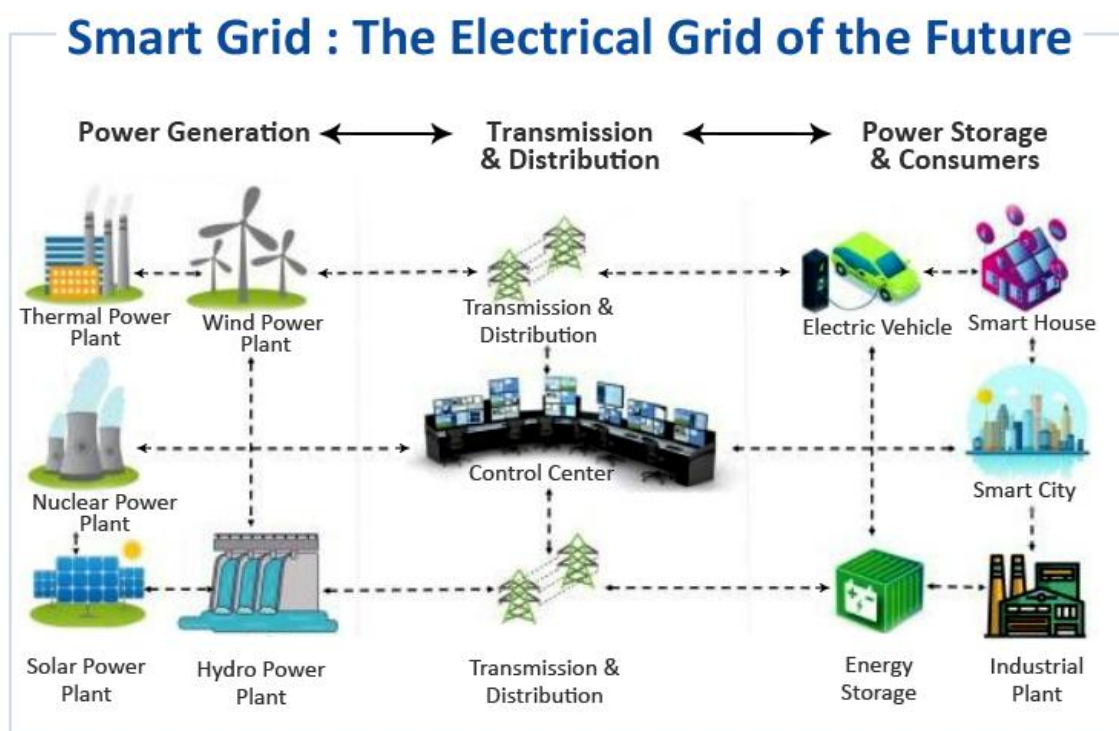
A imagem supra representa os componentes de uma *Smart City* (cidade inteligente) como um sistema urbano integrado, onde tecnologia, dados e sustentabilidade se entrelaçam como fios de uma mesma teia digital, resultado de um governo inteligente, saúde inteligente, agricultura inteligente, energia e *smart grid*, edifícios inteligentes, transporte inteligente, mobilidade e Wi-Fi, indústria/manufatura inteligente, cidadãos digitais, *open data* e segurança/serviços urbanos, todos conectados por redes de comunicação e sensores. Esse ecossistema transforma a cidade em um organismo vivo e responsivo, capaz de monitorar, analisar e otimizar serviços públicos, mobilidade, energia e qualidade de vida em tempo real, tornando o espaço urbano mais eficiente, sustentável, participativo e centrado nas pessoas.

A tecnologia IoT ainda movimentava favoravelmente a economia, sendo estimado que contribua de 4% a 11% do PIB global em 2023 (Mohua, 2021).

O ODS 7 é igualmente prestigiado quando se analisa a eficiência energética obtida tanto pela implementação das *smart grids* quanto a transição energética mediante a concepção e o uso das fontes alternativas de *green energy* em detrimento dos combustíveis fósseis, ou outras fontes não renováveis. Ambas, possuem como

ponto de partida recursos e princípios da tecnologia verde, sendo que no caso da primeira, descortina-se uma engenharia de excelência na captação, distribuição e monitoramento do sistema elétrico, proporcionando ganhos oriundos do seu controle, pelo gerenciamento eficiente da quantificação do uso e destinação, além da antevisão e imediatidade no reparo de panes e oscilações pelo sistema de auto cura<sup>4</sup>.

Figura 2: Sistema esquematizado do funcionamento de uma *smart grid*



Fonte: EDFUTURETECH, 2026. (Disponível em: <https://edfuturetech.com/product/smart-grids-the-future-of-energy-distribution-and-management/>).

A figura acima ilustra o conceito de *smart grid* (rede elétrica inteligente) como um ecossistema integrado e interconectado, onde a energia é gerada por diversas fontes (usinas térmicas, nucleares, solares, eólicas e hidrelétricas), transmitida e distribuída por uma rede inteligente de transmissão, e gerenciada por um centro de controle digital que monitora e otimiza todo o sistema em tempo real. Essa energia flui de forma bidirecional até os consumidores e sistemas de armazenamento, como

<sup>4</sup> *Smart grids* são redes inteligentes que implementam múltiplas tecnologias de distribuição de energia, automação, redes e sensores e que estão atualmente a ser testadas em todo o mundo desenvolvido por permitirem uma produção de energia muito localizada – mesmo para famílias individuais – e que pode ser enviada e volta à rede, evitando a superprodução e o desperdício, conduzindo ao armazenamento eficiente de energia proveniente de fontes renováveis, inclusive pelo desenvolvimento de baterias recarregáveis (DHARA; SHRIVASTAV; SADHU, 2021).

veículos elétricos, casas inteligentes, cidades inteligentes, indústrias e baterias de energia, permitindo não apenas o consumo, mas também o armazenamento e a devolução de energia à rede.

Assim, a *smart grid* funciona como um sistema nervoso elétrico, tornando o fornecimento de energia mais eficiente, sustentável, confiável e adaptável às necessidades da sociedade moderna.

No tocante ao conceito de *green energy*, vem este a dar o viés da sustentabilidade à transição energética, uma vez que se trata de expressão que referencia fontes alternativas de energia limpas e renováveis, a exemplo do hidrogênio (Almeida; et al., 2019), da ondomotriz (Omar, 2018), da energia geotérmica (Montenegro; Costa Junior, 2020), da energia eólica (Meyer; et al., 2014), da energia solar (Silva, 2021; Cavalcante; et. al., 2022), do cultivo e utilização de microalgas (Panta, et al., 2021), para citar apenas alguns exemplos.

Um estudo da *Electric Power Research* sugere que a tecnologia de redes inteligentes pode reduzir as emissões de carbono em 58% em 2030, em comparação com os níveis de 2020 (Dofoms, 2023).

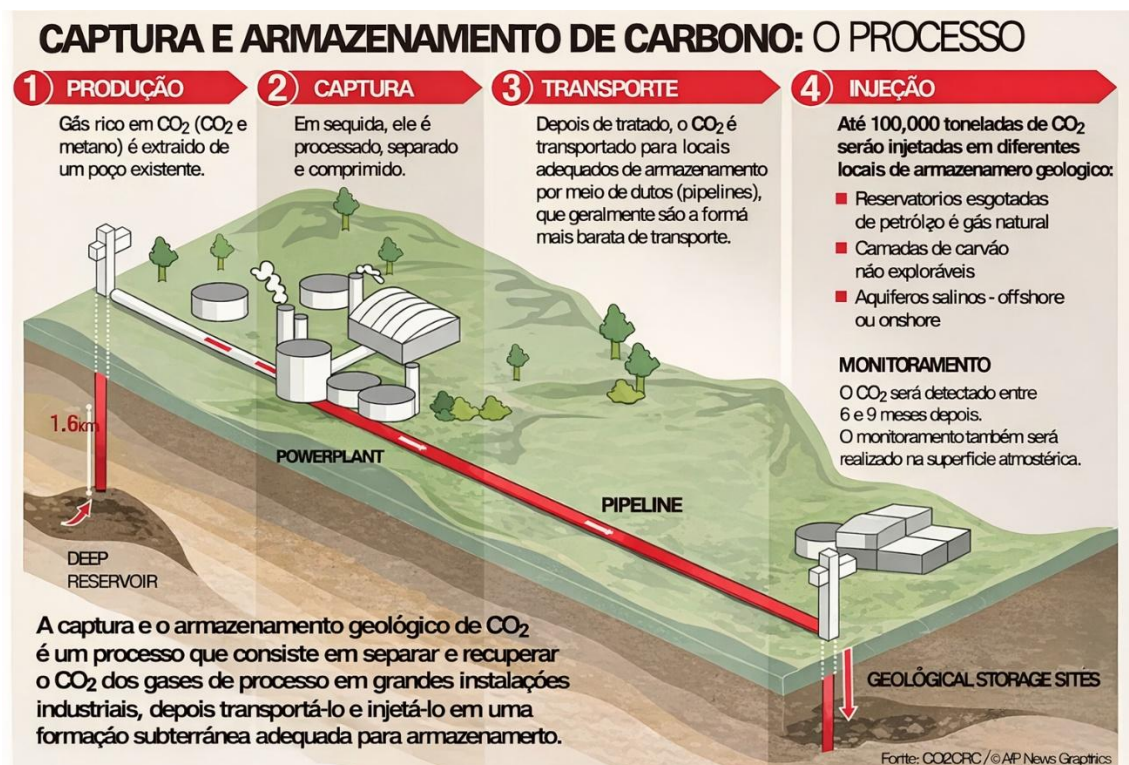
Ademais, quando se considera a toxicidade dos gases produzidos pelas emissões de carbono, alvo da meta de redução mundial diante de seu potencial poluidor e deflagrador das mudanças climáticas, há ainda a possibilidade de disponibilização da captura e armazenamento de carbono (CCS<sup>5</sup>): uma tecnologia emergente que separa o dióxido de carbono (gás presente na atmosfera terrestre que está a aquecer o nosso planeta) de outros gases gerados pelos processos industriais, por meio de métodos de captura pós-combustão, captura pré-combustão e combustão de oxicorte.

A CCS transporta carbono por oleodutos e armazena-o em formações rochosas subterrâneas, onde não causa qualquer dano ao meio ambiente (Netto et. al, 2021).

<sup>5</sup> CCS provém da abreviação da expressão em inglês: *Carbon, Capture and Sequestration*, que traduzida é Capture e Armazenamento de Carbono.



Figura 3: Processo esquematizado da Captura e Armazenamento de Carbono



(Imagem formatada do original em inglês traduzida para português com IA ChatGpt. Fonte: THE CONVERSATION, 2011.

A figura acima representa o processo de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS – *Carbon Capture and Storage*), mostrando o caminho do CO<sub>2</sub> desde sua origem até o armazenamento subterrâneo. Primeiro, o gás rico em CO<sub>2</sub> é produzido em atividades industriais e usinas de energia; depois ocorre a captura, onde o CO<sub>2</sub> é separado, tratado e comprimido. Em seguida, ele é transportado, geralmente por dutos (pipelines), até locais apropriados. Por fim, acontece a injeção, em que o CO<sub>2</sub> é armazenado em formações geológicas profundas, como reservatórios de petróleo e gás esgotados, camadas de carvão não exploráveis e aquíferos salinos. Todo o sistema é monitorado ao longo do tempo para garantir a segurança e evitar vazamentos, funcionando como uma espécie de “cofre geológico” que aprisiona o carbono no subsolo e ajuda a reduzir a quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera.

A primeira instalação de usina de captura de carbono do mundo foi inaugurada na Suíça em 2017. Empresas nos EUA e no Canadá também estão a desenvolver tecnologia que propicie suas próprias instalações de captura de carbono, que poderão inverter uma das tendências ambientais mais prejudiciais do mundo moderno, e levar



à melhoria da saúde do nosso planeta, fomentando a economia e a sustentabilidade (Doforms, 2023).

A vida submarina e o oceano também podem ser revitalizados pela tecnologia verde, o que vem a atender o ODS 14.

Pesquisadores das universidades de *Southampton* e Edimburgo criaram a água-viva robô, projetada para explorar com segurança recifes de corais ameaçados de extinção. Os robôs medusas (como são chamados) assumem tarefas que são demasiado delicadas para mergulhadores humanos, como a observação, exploração, e restauração de delicados recifes de corais. Criados por uma impressora 3D, eles são feitos de borracha macia e flexível e usam hélices pequenas, mas poderosas para nadar, e não apenas se parecem com uma *Aurelia aurita* (água-viva comum), mas foram projetados para corresponder à sua eficiência propulsora, sendo “dez a 50 vezes mais eficiente do que os pequenos veículos subaquáticos típicos movidos por hélices” (Wensley, 2021, Uos News Desk, 2023).

Na Papua Ocidental, drones aéreos indonésios estão a ser utilizados para rastrear mantas gigantes – uma das espécies marinhas mais inteligentes e ameaçadas do mundo.

A Universidade Nacional de Cingapura deu um passo além, não apenas rastreando as arraias-manta, mas também criando drones em forma de arraias-manta, estes drones podem ser utilizados para vigilância subaquática, para estudar a biodiversidade marinha, medir dados hidrográficos, e realizar operações de pesquisa (Wensley, 2021, Dezeen, 2023).

Sabido que a Grande Mancha de Lixo do Pacífico contém cerca de 80 mil toneladas de plástico - o que equivale a 500 jatos jumbo, a *Ocean Cleanup* (ONG internacional), reuniu engenheiros, pesquisadores, cientistas e modeladores computacionais para projetar uma solução: longas barreiras flutuantes que atuam como linhas costeiras artificiais e permitem que ventos, ondas e correntes capturem e concentrem passivamente o plástico. Eles completaram o ciclo de sua missão ao transformar o plástico extraído da Grande Mancha de Lixo do Pacífico em óculos de sol. Este é certamente um exemplo de como a tecnologia pode “transformar lixo em tesouro” (The Ocean Cleanup, 2023).



Figura 4: Imagem da Grande Mancha do Pacífico composta por plásticos e resíduos orgânicos



Fonte: BBC, 2026.

A tecnologia verde também evita a caça predatória, pode reverter o prognóstico de extinção de espécies da fauna terrestre, e promover a revitalização de áreas degradadas, promovendo o ODS 15 da Agenda 2030.

Na África, o aumento da atividade de caça furtiva no Parque Nacional de Garamba devastou a população de elefantes.

Na década de 1970, o rebanho de Garamba incluía 22 mil elefantes, mas em 2017 caiu para 1.200. Nos últimos cinco anos, Garamba reduziu a caça furtiva de elefantes em 97 por cento após a implementação de inteligência de localização que permite que equipes de vigilância dedicadas, continuem a rastrear e monitorar cada animal 24 horas por dia – através de uma combinação de *GIS*<sup>6</sup> e Internet das Coisas (IoT) (Intel Newsroom, 2023, Wensley, 2021, Viana; Abrantes; Rocha, 2019).

Incêndios estão sendo combatidos e habitats inteiros estão a ser lançados do céu através de drones – uma nova forma de combater a desflorestação.

A empresa privada canadense *Flash Forest*, mediante o uso combinado e assertivo da IA, GIS e drones, está disparando vagens de sementes diretamente no

<sup>6</sup> *GIS* é sigla que provém da expressão em inglês *Geographic Information Systems*, e em resumo, trata-se de uma moderna ciência orientada essencialmente por dados e computação, que visa a captura e interpretação de material geográfico através de recursos da tecnologia (Viana; Abrantes; Rocha, 2019).

solo visando sua revitalização, o que se mostrou a forma mais rápida e eficaz de plantar um grande número de árvores: 10 vezes mais rápido do que a plantação manual por humanos (Wensley, 2021, Flash Forest, 2023, Emissions Reduction Alberta, 2023).

**Figura 5: Reflorestação realizada por drones após incêndio em reserva ambiental**



Fonte: EPOCA NEGÓCIOS, 2021.

Como derradeiro exemplo a ser atingido, e que encontra também operacionalização promissora, o consumo sustentável segue previsto no ODS 12 da Agenda 2030.

Sabido que a indústria têxtil é uma das mais impactantes no meio ambiente por se tratar de uma das maiores consumidoras de água potável como parte de sua cadeia de insumos, e que a produção de um único par de jeans requer de 10.000 a 20.000 litros de água, a empresa sueca de tecnologia sustentável, Renewcell, desenvolveu uma nova forma de reprocessar roupas velhas – e utiliza 80% menos água no processo, capaz de dissolver algodão e outras fibras de celulose e transformá-los em uma nova matéria-prima biodegradável chamada polpa Circulose®.

Essa polpa é então usada para fazer fibras têxteis biodegradáveis de viscose ou liocel de qualidade virgem (ABB, 2023).

Referida tecnologia é uma solução verde para o descarte dos resíduos têxteis em geral, que lamentavelmente seguem sendo produzidos em ritmo desenfreado em razão do hiperconsumismo ainda verificável em nossa sociedade pós-moderna.

Além disso, apresenta potencial para resolver em curto espaço de tempo o grave problema de poluição ambiental impingido no solo do Deserto do Atacama no Chile, que contava segundo dados de 2021, com cerca de 80 mil milhões de peças de vestuário produzidas globalmente todos os anos, descartadas ali como lixo, e que se acumulam formando uma alteração geográfica à semelhança de um montanha de roupas, observável inclusive por sistema de satélites (Wensley, 2021, Renewcell, 2023).

Figura 6: Imagem via satélite do “Lixão da Moda” do Deserto do Atacama no Chile, obtida pelo app Skyfi



Fonte: GIZ.BR, 2023.

Trechos em cinza azulado são os depósitos de roupas a céu aberto.

Esses exemplos muito pontuais apenas se propõem a trazer o atual palco que a tecnologia tem protagonizado, com possibilidades promissoras no alcance tanto da recomposição dos danos já provocados, quanto atuando de forma protagonista como

instrumento promotor da sustentabilidade aliada ao desenvolvimento econômico e social da humanidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que progresso da humanidade está atrelado ao progresso tecnológico.

As investigações sobre a tecnologia apontam que mesmo diante de alguns desafios evidentes, os impactos positivos tem, a exemplo do que já se verifica, um factível potencial para superar os negativos, e mais, proporcionar reparo diante da dívida histórica que a raça humana carrega pelo descuido e exploração predatória da natureza no decorrer dos séculos.

Os ganhos para o capital, para a sociedade, e principalmente para o meio ambiente justificam seu apoio e incremento pelos *players* da Governança Ambiental Global, encontrando nas boas práticas de ESG e políticas públicas governamentais, mecanismos de operacionalização e conseqüentemente, o desejado fomento ao desenvolvimento mundial com a conciliação e escopo na sustentabilidade ambiental.

Além disso, considerando que as metas mercadológicas e governamentais sempre devem ter inspiração e vista o atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, o investimento em programas e planejamento voltados à tecnologia verde, otimizam e impulsionam os *stakeholders* a ter no conceito de sustentabilidade, a imprescindível estrutura de todo e qualquer projeto voltado ao crescimento e empreendedorismo, tornando-os atingíveis.

Desta maneira, se apresenta como conclusivo que a *green tech* de modo geral, considerada a multidisciplinariedade que a enreda, é dotada de todo o virtuosismo presente e potencial necessários não apenas para mitigar, reduzir e recompor os danos ao meio ambiente, mas também para propiciar uma eficaz dinamização dos recursos naturais, reverberando de modo positivo em todos os aspectos, na melhora da qualidade de vida do ser humano.

Portanto, a evidência de tais impactos positivos, por si só, devem motivar toda a comunidade epistêmica a conferir crescente importância à tecnologia como objeto de estudo voltado, de fato, à sustentabilidade do planeta desde já, com o legado deste, aperfeiçoado, às futuras gerações.



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES/PROSUC).

Este trabalho utilizou ferramentas de Inteligência Artificial como suporte auxiliar nos processos de revisão linguística, elaboração de imagem e tradução. A curadoria, validação científica, interpretação dos dados e responsabilidade intelectual permanecem integralmente sob responsabilidade dos autores.

## REFERÊNCIAS

ABB. **The technology behind a revolution in sustainable clothing.** Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_8TAsoM9A6I](https://www.youtube.com/watch?v=_8TAsoM9A6I). Acesso em: 22 set. 2025.

ALMEIDA, Anderson Soares de Almeida; SOUZA, Josefa Geane de; M da ADEIRO, Luiz Carlos Neto; COSTA, Marília Layse Alves da; CUNHA, Amanda Lima; RODRIGUES, Millena Araujo; SANTOS, Aldenir Feitosa dos. **Hidrogênio, o combustível do futuro.** Diversitas Jornal. Volume 4, Número 2. Mai./ago. 2019, pp: 356-366. Disponível em: [https://diversitasjournal.com.br/diversitas\\_journal/article/view/593/789](https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/593/789). Acesso em: 06 maio 2025.

BBC. **O gigantesco 'mar de lixo' no Caribe com plástico, animais mortos e até corpos.** (2026). Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-41853621>. Acesso em: 3 ar. 2026.

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 23 a 25 de Abril de 2014. Disponível em: [https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=693&ano=\\_quarto](https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=693&ano=_quarto). Acesso em: 01 maio 2025.

BRETAS, Wagner Viana; MORAIS, Aline Sardinha Cordeiro; HORA, Henrique Rego Monteiro da; Ferronato, Marcos Alexandre Fernandes; Bretas, Pedro Henrique da Silva. **Roadmap tecnológico de patentes verdes como subsídio estratégico ao empreendedorismo sustentável.** Sustentabilidade e Responsabilidade Social em Foco, v. 4, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Henrique-Da-Hora/publication/321906507\\_Roadmap\\_tecnologico\\_de\\_patentes\\_verdes\\_como\\_subsidio\\_estrategico\\_ao\\_empreendedorismo\\_sustentavel/links/5a38f66aaca272a6ec1f841b/Roadmap-tecnologico-de-patentes-verdes-como-subsidio-estrategico-ao-empreendedorismo-sustentavel.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Henrique-Da-Hora/publication/321906507_Roadmap_tecnologico_de_patentes_verdes_como_subsidio_estrategico_ao_empreendedorismo_sustentavel/links/5a38f66aaca272a6ec1f841b/Roadmap-tecnologico-de-patentes-verdes-como-subsidio-estrategico-ao-empreendedorismo-sustentavel.pdf). Acesso em: 03 nov. 2024.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida.** Cultrix, 2013.

CAVALCANTE, Maycon de Araújo; LOPES, Rogério Santiago; SANTOS, Wilker José Caminha dos; RIBEIRO, Edgard Augusto Nascimento. **Os impactos da**



**tecnologia de energia solar On-Grid e Off-Grid para o meio ambiente e seus aspectos positivos.** Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/366197721\\_Os\\_impactos\\_da\\_tecnologia\\_d\\_e\\_energia\\_solar\\_On-Grid\\_e\\_Off-Grid\\_para\\_o\\_meio\\_ambiente\\_e\\_seus\\_aspectos\\_positivos](https://www.researchgate.net/publication/366197721_Os_impactos_da_tecnologia_d_e_energia_solar_On-Grid_e_Off-Grid_para_o_meio_ambiente_e_seus_aspectos_positivos). Acesso em 20 nov. 2024.

CONAMA. **Resolução nº 01. 23 de janeiro de 1986.** Disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>. Acesso em: 20 set. 2024.

COPERNICUS. **Europe's eyes on Earth.** Disponível em: <https://www.copernicus.eu/en>. Acesso em: 10 set. 2025.

DANTAS, Thomas Kéfas de Souza; XAVIER, Yanco Marcius de Alencar; GUIMARÃES, Patrícia Borba Villar. **As patentes verdes como ferramenta para o desenvolvimento de tecnologias em energias renováveis**, 2013. Disponível em: <https://aladee.org/optprog/>. Acesso em: 01 dez. 2024.

DEZEEN. **Manta ray robot offers alternative to existing autonomous underwater vehicles.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2IsdsuNoTjw>. Acesso em: 15 set. 2024.

DHARA, Saumen; SHRIVASTAV, Alok Kumar; SADHU, Pradip Kumar. **Smart Grid Modernization: Opportunities and Challenges**, 25 jun. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/76952.pdf>. Acesso em: 22 set. 2024.

DOFORMS. **5 tecnologias que ajudam o meio ambiente e como os formulários eletrônicos preservam o bem-estar do planeta**, 13 set. 2023. Disponível em: <https://www.doforms.com/technologies-that-help-environment/>. Acesso em 18 set. 2024.

EDFUTURETECH. **Start your online journey (2026).** Disponível em: <https://edfuturetech.com/product/smart-grids-the-future-of-energy-distribution-and-management/>. Acesso em: 12 abr. 2026.

EMISSIONS REDUCTION ALBERTA. **Flash Forest - Commercial Pilots and Demonstrations of Rapid Drone Reforestation Technology.** Disponível em: <https://youtu.be/1FLr4Y7TIEk>. Acesso em: 22 set. 2024.

EPOCA NEGÓCIOS. **Startup do Canadá planeja plantar 1 bilhão de árvores usando drones.** (24 out. 2021). Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Startup/noticia/2021/10/startup-do-canada-planeja-plantar-1-bilhao-de-arvores-usando-drones.html>. Acesso em: 3 abr. 2026..

FENKER, Eloy. **Impacto e Dano Ambiental**, 2011. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/5426198/reflexoes\\_10-libre.pdf?1390841469=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMPACTO\\_AMBIENTAL\\_E\\_DANO\\_AMBIENTA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/5426198/reflexoes_10-libre.pdf?1390841469=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMPACTO_AMBIENTAL_E_DANO_AMBIENTA)



L.pdf&Expires=1695347363&Signature=EpAEv1MIUuT~jvEIYpEYw3aqRnvnC0Fss8  
TENVms5u6r81QaO541D0yJ0x2PPZ1uoVbYpOvKyaN4v~yRFgTbJw7J~GcQmz9m  
THmqERDtThUCYt9RUOfMvqDuQQzbr1P1WghbDEu8n--  
jgGUS9BdAeA2GFWGGdz1cdA4nYb2bgeCTKeauG2twBhhMLV8qq7erSTsysrSITn7  
ggISV7GQOMOFjMa~4Beiozi9lmlbc081Bl~wTARt4yAed5gw4rfRc3DuhsfdXEleoocq  
n5BdeOtqRK72iYbwloIcdHzkwa4yWqleetNiyQmCXfOSUOU3ciRePqzURuyUEtG-  
2G4m~yig\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 18 set. 2024.

FLASH FOREST. **Reforestation Reimagined**. Disponível em: <https://flashforest.ca/>. Acesso em: 21 set. 2024.

GIZ.BR. **“Lixão” da moda: montanha de roupas no Chile já é visível por satélite** (27 jun. 2023) Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/lixao-da-moda-montanha-de-roupas-no-chile-ja-e-visivel.-por-satelite/>. Acesso em: 2 abr. 2026. ).

<https://theoceancleanup.com/oceans/>. Acesso em: 15 set. 2025.

INTEL NEWSROOM. **Intel AI for Social Good: Putting an End to Poaching**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yYY0Jg0qGH0>. Acesso em: 18 set. 2024.

MEYER, M.F.; SEIXAS, A.S.; MELO, I.M.L.; CASSIANO, L.J.S.; RAPOSO, L.Q..  
**Energia eólica e seus impactos ambientais**. 4º Congresso Internacional de  
Tecnologias para o Meio Ambiente

MONTENEGRO, Tulio Santana; COSTA JUNIOR, Marcos Antônio. **Utilização de poços de petróleo abandonados para a produção de energia geotérmica**. Engenharia de Petróleo – Cadernos de Graduação- Ciências exatas e tecnológicas. Volume 6. n. 2 . Aracaju, setembro 2020, p. 37-52 . Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/6045/4182>. Acesso em: 20 maio 2025.

Mouha, Radouan Ait. **Internet das Coisas (IoT)**. Journal of Data Analysis and Information Processing. 21 abr. 2021. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperabs?paperid=108574>. Acesso aos: 20 maio 2025. P. 77-101.

NEGREIROS, Ruth Lopes. **Tecnologia e meio ambiente: aspectos contemporâneos**. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro 2, (1), 2016. Disponível em: Acesso em: 07 set. 2025.

NETTO, Anna Luisa Abreu et. al. **Panorama das políticas públicas e estratégias para desenvolvimento da captura e armazenamento de carbono: reflexões para o Brasil**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. GeAS, 21 out. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/mayarafa,+19305+pt.pdf>. Acesso em: 20 set. 2025.



OMAR, CHRISTOF. **Estudo de métodos para a conversão da energia das ondas oceânicas**. Universidade de Lisboa. Tese de Mestrado Integrado. 2018. Disponível em: [https://www.academia.edu/92976651/Estudo\\_de\\_m%C3%A9todos\\_para\\_a\\_convers%C3%A3o\\_da\\_energia\\_das\\_ondas\\_oce%C3%A2nicas](https://www.academia.edu/92976651/Estudo_de_m%C3%A9todos_para_a_convers%C3%A3o_da_energia_das_ondas_oce%C3%A2nicas). Acesso em: 07 maio 2025.

PANTA, Daniel Alves de Souza; SILVA, Mirella Pessôa Diniz; GLORIA, Jodson da Silva; VIEIRA, Glaucia Eliza Gama. **Microalgas e a terceira geração de biocombustíveis: desafios atuais e perspectivas futuras**. Desafios –Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins. Volume 8 n. 03, 2021. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/11171>. Acesso em: 06 maio 2025.

SACHS, Jeffrey. **The age of sustainable development. Sustainable Development Goals**. Columbia University. New York, 2015, pp. 481 a 511.

SILVA, João Victor Felix Cabral da. **Resíduos de placas solares: uma revisão bibliográfica**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. UFERSA. Angicos, RN, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/8043/1/Jo%C3%A3oVFCS\\_MONO.pdf](https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/8043/1/Jo%C3%A3oVFCS_MONO.pdf). Acesso em 18 set. 2025.

SOUTH POLAND LEANTECH CLUSTER. **Create the future with us**. Disponível em: Disponível em: <https://spcleantech.com/smart-citysustainable-city-development/>. Acesso em: 4 abr. 2026.

THE CONVERSATION. **Carbon capture and storage** – a vital part of our climate change response, (7 nov. 2011). Disponível em: <https://theconversation.com/carbon-capture-and-storage-a-vital-part-of-our-climate-change-response-3972>. Acesso em: 4 abr. 2026.

THE OCEAN CLEANUP. **Oceanos** - como funciona. Limpando as manchas de lixo. Disponível em:

UOS NEWS DESK. **Robot Jellyfish | The Future of Underwater Exploration?** Disponível em: <https://youtu.be/U1Yt2v0vyNI>. Acesso em: 19 set. 2024.

VIANA, Cláudia M.; ABRANTES, Patrícia; ROCHA, Jorge, **Introductory Chapter: Geographic Information System sand Science**, 13 nov. 2019. Disponível em: file:///C:/Users/Dell/Downloads/66971.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

WENSLEY, Paulo. Ericsson. **Making a positive impact: how tech is helping us restore planet Earth**, 05 maio 2021. Disponível em: <https://www.ericsson.com/en/blog/2021/5/technology-for-good-how-tech-is-helping-us-restore-planet-earth>. Acesso em: 18 set. 2025.



ZANG, Cong; JIN, Shanyue. **What drives sustainable development of enterprises?** Focusing on ESG management and green technology innovation. MDPI. Sustainability, 2022. Disponível em: Acesso em: 18 set. 2025.

