

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**ESTHEFANY DA SILVA CARLOS**

**ANÁLISE DO USO DE TECNOLOGIAS INOVADORAS NA GESTÃO AMBIENTAL  
E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE**

**CURITIBA**

**2023**

**ESTHEFANY DA SILVA CARLOS**

ANÁLISE DO USO DE TECNOLOGIAS INOVADORAS NA GESTÃO  
AMBIENTAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE

Trabalho de Final de Curso  
apresentado ao curso de MBA em Gestão  
Ambiental, Setor de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal do Paraná, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
especialista em Gestão Ambiental.

Orientador(a): Prof(a). Me. Nayara  
Guetten Ribaski

CURITIBA

2023

# **ANÁLISE DO USO DE TECNOLOGIAS INOVADORAS NA GESTÃO AMBIENTAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE**

## **RESUMO**

Este trabalho aborda a análise do uso de tecnologias inovadoras na gestão ambiental e sua contribuição para a sustentabilidade. Será realizada uma revisão bibliográfica para identificar tecnologias relevantes, como monitoramento ambiental em tempo real, Big Data, IA, energias renováveis, eficiência energética, IoT e SIG. Estudos de casos serão apresentados para ilustrar a aplicação prática dessas tecnologias na gestão ambiental. Conclui-se que essas tecnologias desempenham um papel crucial na busca pela sustentabilidade, oferecendo abordagens mais eficientes e proativas para a preservação do meio ambiente e a promoção do desenvolvimento consciente. A incorporação dessas práticas inovadoras é essencial para garantir um futuro equilibrado entre as necessidades humanas e a conservação dos recursos naturais. As empresas que adotam tecnologias inovadoras demonstram responsabilidade social não apenas protegendo o meio ambiente, mas também servindo atingindo consumidores preocupados com a sustentabilidade. Servindo de modelo para promover o progresso tecnológico e inspiração a outras empresas não adoção de práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Inovação tecnológica, sustentabilidade, gestão ambiental

## **ABSTRACT**

This work addresses the analysis of the use of innovative technologies in environmental management and its contribution to sustainability. A literature review will be carried out to identify relevant technologies such as real-time environmental monitoring, Big Data, AI, renewable energies, energy efficiency, IoT and GIS. Case studies will be presented to illustrate the practical application of these technologies in environmental management. A comparative analysis will be conducted, discussing the benefits and challenges of each technology, as well as its future prospects. It is concluded that these technologies play a crucial role in the search for sustainability, offering more efficient and proactive approaches for the preservation of the environment and the promotion of conscious development. The incorporation of these innovative practices is essential to ensure a balanced future between human needs and the conservation of natural resources.

Keywords: Technological innovations, sustainability, environmental management

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	6
2	OBJETIVO .....	7
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3.1	MONITORAMENTO AMBIENTAL EM TEMPO REAL .....	7
3.1.1	Sensores remotos e imagens de satélite .....	8
3.1.2	Drones e veículos aéreos não tripulados (VANTs).....	8
3.1.3	Sistemas de georreferenciamento e GIS .....	9
3.1.4	Redes de sensores.....	9
3.1.5	Compartilhamento de dados e plataformas online.....	10
3.2	BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA GESTÃO AMBIENTAL.....	10
3.3	ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA GESTÃO AMBIENTAL.....	11
3.3.1	Energias renováveis .....	11
3.3.2	Eficiência Energética .....	14
3.4	INTERNET DAS COISAS (IOT) E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NA GESTÃO AMBIENTAL.....	14
3.4.1	Internet das Coisas (IoT) na Gestão Ambiental .....	14
3.4.2	Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na Gestão Ambiental:.....	15
3.5	ECONOMIA CIRCULAR E RECICLAGEM AVANÇADA .....	16
3.5.1	Economia circular .....	16
3.5.2	Reciclagem avançada.....	17
4	METODOLOGIA .....	18
5	DESENVOLVIMENTO .....	19
5.1	ESTUDOS DE CASOS PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL EM TEMPO REAL.....	19
5.2	ESTUDOS DE CASOS PARA A UTILIZAÇÃO DE BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) PARA A GESTÃO AMBIENTAL .....	20
5.3	ESTUDOS DE CASOS UTILIZANDO ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA GESTÃO AMBIENTAL.....	22
5.4	ESTUDOS DE CASOS UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS (IOT) E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG), PARA MELHORAR A GESTÃO AMBIENTAL E CONTRIBUIR PARA A SUSTENTABILIDADE. ....	23
5.5	ESTUDOS DE CASOS PARA IMPULSIONAR A ECONOMIA CIRCULAR E A RECICLAGEM AVANÇADA, CONTRIBUINDO ASSIM PARA A SUSTENTABILIDADE. ....	25
6	CONCLUSÃO .....	27
	REFERÊNCIAS .....	29

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Satélite Landsat 5 ( NASA).....	8
Imagem 2 - Veículo aéreo não tripulado ( VANTs) .....	9
Imagem 3 - Drone sob plantação .....	9
Imagem 4 - Painéis fotovoltaicos.....	12
Imagem 5 - Turbinas de eixo vertical e flutuante .....	12
Imagem 6 - Pequena central hidrelétrica .....	13
Imagem 7 - Usina de biogás .....	13
Imagem 8 - Reator utilizado no processo de incineração .....	17

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pelo desenvolvimento sustentável transfigurou-se uma das principais pautas e prioridades a serem discutidas atualmente no mundo. Os crescentes impactos ambientais têm movimentado o meio empresarial e público a adotarem medidas de mitigação para os efeitos negativos provenientes de suas atividades, promovendo transição para uma economia mais consciente.

Segundo Smith (2019), a eficiência de tecnologias inovadoras no contexto industrial atual pode desempenhar um papel fundamental quando se trata na redução de impactos ambientais e conseqüentemente o uso de forma mais eficiente dos recursos naturais. Abrangendo diversas áreas, essas tecnologias são aplicáveis na gestão de resíduos, eficiência energética, processos produtivos limpos e energias renováveis. Se implementadas de forma adequada, essas inovações têm potencial na conservação ambiental e redução da pegada de carbono.

A ascensão das tecnologias inovadoras empregadas a sustentabilidade é destacada também por Perez- Batres *et al.* (2020), afirmando que “a implementação de tecnologias inovadoras nas indústrias pode gerar benefícios para o meio ambiente, como a redução das emissões de gases de efeito estufa e a minimização da poluição”. Gerando benefícios essenciais para promover a preservação ambiental e enfrentar os desafios das mudanças climáticas.

Além dos aspectos ambientais, o crescimento e uso de tecnologias inovadoras trazem vantagens do ponto de vista econômico para as próprias indústrias. Conforme destacado pela Agência Internacional de Energia (IEA, 2021), a implementação de tecnologias limpas pode reduzir os custos de produção e favorecem o aumento da eficiência operacional das empresas. Rodrigues *et al.* (2018) complementam essa ideia, mencionando que “a implementação de tecnologias inovadoras pode levar a ganhos econômicos, ao acesso a novos mercados e à melhoria da imagem da empresa”.

De acordo com Barbier (2016), que discute como o uso de tecnologias inovadoras podem impulsionar o desenvolvimento sustentável, entretanto destacando necessidade de políticas e estratégias de gestão ambiental para viabilizar implementação. O papel dos sistemas de gestão ambiental é explorado por Kusi (2019), ressaltando como a implementação desses

sistemas facilitam a integração de tecnologias que promovem a melhoria contínua dos processos produtivos. Segundo a UNIDO (2018), o estabelecimento das políticas públicas adequadas, parcerias entre empresas, sociedade civil e governo são essenciais para colaborar com adesão as tecnologias.

Entretanto, é importante reconhecer que a concretização dessas tecnologias pode ser desafiadora, uma vez que para estabelecimento de um modelo sustentável requer investimentos financeiros significativos, mudanças nos processos produtivos e capacitação de recursos humanos.

## **2 OBJETIVO**

Analisar o uso de tecnologias inovadoras na gestão ambiental e sua contribuição para a sustentabilidade.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Analisar monitoramento ambiental em tempo real;
- b) Analisar a aplicação de Big Data e IA na gestão ambiental;
- c) Analisar energias renováveis e eficiência energética;
- d) Analisar Internet das Coisas (IoT) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG);
- e) Analisar economia circular e reciclagem avançada

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

A Gestão Ambiental é uma área essencial para garantir o equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a preservação dos recursos naturais. Com o crescente desafio de enfrentar problemas ambientais complexos, o uso de tecnologias inovadoras tem se mostrado crucial para impulsionar a sustentabilidade e promover a conservação do meio ambiente. Neste contexto, as tecnologias têm o potencial de fornecer soluções mais eficazes, rápidas e eficientes para identificar, monitorar e mitigar impactos ambientais negativos.

### **3.1 MONITORAMENTO AMBIENTAL EM TEMPO REAL**

O monitoramento ambiental em tempo real é uma das aplicações mais relevantes e transformadoras das tecnologias inovadoras na gestão ambiental. Essa abordagem envolve a coleta e análise de dados ambientais de forma contínua e instantânea, permitindo um acompanhamento mais preciso e detalhado das condições do meio ambiente. Algumas das tecnologias e técnicas utilizadas para esse fim incluem:

### 3.1.1 Sensores remotos e imagens de satélite

Satélites e outras plataformas de sensoriamento remoto fornecem imagens de alta resolução da Terra em diferentes espectros eletromagnéticos. Essas imagens são utilizadas para monitorar mudanças no uso da terra, identificar áreas desmatadas, acompanhar a expansão urbana, detectar incêndios florestais e avaliar a saúde dos ecossistemas. Além disso, sensores remotos podem ser utilizados para monitorar a qualidade da água, detectar poluição, identificar padrões de temperatura e medir a extensão de fenômenos naturais, como enchentes e deslizamentos de terra.

Imagem 1 - Satélite Landsat 5 ( NASA)



Fonte: Embrapa, 2023

### 3.1.2 Drones e veículos aéreos não tripulados (VANTs)

Os drones têm se mostrado ferramentas valiosas para o monitoramento ambiental, especialmente em áreas de difícil acesso. Eles podem ser equipados com diferentes sensores, como câmeras de alta resolução, espectrômetros e sensores de gases, permitindo a coleta de informações precisas e em tempo real sobre a qualidade do ar, a saúde de ecossistemas, a biodiversidade e outras variáveis ambientais. Além disso, os drones podem ser usados para monitorar grandes áreas de forma mais rápida e eficiente do que métodos tradicionais.

Imagem 2 - Veículo aéreo não tripulado ( VANTs)



Fonte: Ergbh, 2023

Imagem 3 - Drone sob plantação



Fonte: climatefieldview, 2022

### 3.1.3 Sistemas de georreferenciamento e GIS

Os Sistemas de Informação Geográfica (GIS) são ferramentas computacionais que permitem a análise espacial de dados geográficos. Combinando informações de diferentes fontes, como imagens de satélite, dados topográficos, informações climáticas e demográficas, é possível criar mapas interativos e análises geoespaciais complexas. Isso possibilita uma visão holística do ambiente, identificação de padrões espaciais, análise de tendências ao longo do tempo e planejamento de ações mais eficientes para a gestão ambiental.

### 3.1.4 Redes de sensores

As redes de sensores são sistemas compostos por múltiplos dispositivos sensoriais que coletam dados em tempo real de diferentes pontos de monitoramento. Esses sensores podem ser implantados em áreas amplas, como florestas, rios ou cidades, e são capazes de coletar informações sobre a qualidade do ar, níveis de ruído, umidade do solo, qualidade da água e

outros parâmetros relevantes. Essa coleta de dados em tempo real permite uma resposta rápida a eventos ambientais críticos, como vazamentos de poluentes ou aumento da poluição atmosférica.

### **3.1.5 Compartilhamento de dados e plataformas online**

A tecnologia também facilita o compartilhamento de dados ambientais coletados por diferentes entidades governamentais, organizações não governamentais e pesquisadores. Plataformas online e bancos de dados centralizados permitem o acesso a informações atualizadas e em tempo real sobre o meio ambiente, incentivando a transparência e a colaboração na gestão ambiental. Essas plataformas ajudam na tomada de decisões informadas e na formulação de políticas ambientais mais eficazes.

## **3.2 BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA GESTÃO AMBIENTAL**

Big Data refere-se ao enorme volume de dados gerados diariamente em diversas fontes, incluindo sensores, dispositivos móveis, redes sociais, transações comerciais, registros governamentais, entre outros. A aplicação de Big Data na gestão ambiental envolve a coleta, armazenamento e análise desses dados em escala massiva e em tempo real. Já a Inteligência Artificial (IA) compreende algoritmos e sistemas capazes de aprender com os dados, identificar padrões complexos, fazer previsões e tomar decisões de forma autônoma. A combinação de Big Data e IA na gestão ambiental traz inúmeras vantagens, sendo elas:

### **a) Análise de dados em larga escala:**

O Big Data permite coletar e analisar uma quantidade significativa de informações ambientais provenientes de diversas fontes. Isso inclui dados meteorológicos, dados de sensores, informações sobre a qualidade do ar e da água, dados de satélite e muito mais. Essa análise em larga escala possibilita a identificação de tendências, padrões e correlações que seriam difíceis de perceber com métodos convencionais.

### **b) Modelos preditivos e antecipação de riscos:**

A IA pode ser usada para criar modelos preditivos que estimem possíveis cenários ambientais futuros com base em dados históricos e em tempo real. Por exemplo, modelos de previsão de incêndios florestais, níveis de poluição, comportamento climático, ou até mesmo a expansão urbana desordenada. Isso ajuda na antecipação de riscos ambientais, permitindo que sejam adotadas medidas preventivas e ações mais efetivas para a mitigação de danos.

### **c) Identificação de padrões e causas-raiz de problemas ambientais:**

A análise de Big Data e IA possibilita a identificação de padrões complexos e causas-raiz de problemas ambientais. Por exemplo, ao correlacionar dados de poluição do ar com eventos climáticos, atividades industriais e padrões de tráfego, pode-se identificar quais fatores contribuem para a poluição e, assim, tomar medidas mais eficientes para combatê-la.

**d) Otimização de processos e tomada de decisões:**

Com base em dados analisados por algoritmos de IA, é possível otimizar processos de gestão ambiental. Isso inclui a programação de inspeções e ações de fiscalização, alocação de recursos, priorização de projetos e investimentos, entre outros. A IA também pode auxiliar na tomada de decisões complexas, oferecendo insights valiosos para escolher a melhor abordagem em diferentes cenários ambientais.

**e) Integração de informações para formulação de políticas:**

As informações coletadas e analisadas por meio de Big Data e IA podem ser usadas para embasar a formulação de políticas públicas e estratégias de gestão ambiental. Compreender melhor as necessidades e desafios ambientais por meio de dados confiáveis e em tempo real ajuda os responsáveis pela tomada de decisão a criar medidas mais eficazes e direcionadas.

**f) Eficiência na resposta a emergências:**

Em situações de desastres naturais ou acidentes ambientais, a IA e o Big Data podem ser usados para agir rapidamente e coordenar a resposta. Ao processar e analisar dados em tempo real, é possível entender a magnitude do problema e mobilizar os recursos de forma mais eficiente, ajudando a minimizar os danos ao meio ambiente e à sociedade.

### **3.3 ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA GESTÃO AMBIENTAL**

A transição para fontes de energia mais limpas e a adoção de práticas de eficiência energética são elementos-chave para a gestão ambiental e para a promoção da sustentabilidade. O item 3 aborda as tecnologias inovadoras associadas a essas duas áreas:

#### **3.3.1 Energias renováveis**

As energias renováveis são aquelas provenientes de fontes naturais que se regeneram constantemente, como a energia solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica. O uso de tecnologias inovadoras tem sido essencial para o avanço e a expansão dessas fontes de energia, trazendo os seguintes benefícios:

**a) Energia Solar:**

Tecnologias como painéis fotovoltaicos de alta eficiência e sistemas de concentração solar têm reduzido o custo e aumentado a capacidade de geração de energia solar. Além disso, o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia, como baterias de íons de lítio, permite a utilização da energia solar mesmo em períodos sem incidência direta de luz solar.

Imagem 4 - Painéis fotovoltaicos



Fonte: Ziegel, 2023

### **b) Energia Eólica:**

Novas tecnologias de turbinas eólicas, como turbinas de eixo vertical e sistemas flutuantes, têm aumentado a eficiência e a viabilidade das usinas eólicas em áreas com ventos menos constantes. Além disso, o uso de sensores e análise de dados tem otimizado a manutenção e operação das turbinas, aumentando sua vida útil e eficiência.

Imagem 5 - Turbinas de eixo vertical e flutuante



Fonte: World Wind Wind, 2023

### **c) Energia Hidrelétrica:**

Tecnologias inovadoras têm sido aplicadas na construção de pequenas usinas hidrelétricas e sistemas de microgeração de energia, que podem ser implementados em rios menores e afluentes. Além disso, a utilização de turbinas de menor impacto ambiental, como as turbinas de baixa velocidade, ajuda a minimizar o impacto sobre o ecossistema.

Imagem 6 - Pequena central hidrelétrica



Fonte: Hidroenergia, 2023

#### **d) Energia de Biomassa e Biogás:**

O desenvolvimento de tecnologias avançadas de conversão de biomassa e resíduos agrícolas em biocombustíveis e biogás tem proporcionado fontes de energia renovável mais limpas e sustentáveis. A tecnologia de digestão anaeróbica é um exemplo que permite a produção de biogás a partir do tratamento de resíduos orgânicos.

Imagem 7 - Usina de biogás



Fonte: Inderen, 2023

#### **e) Energia Geotérmica:**

Novas tecnologias têm permitido explorar fontes geotérmicas de energia em regiões com potencial geotérmico, onde o calor da Terra pode ser aproveitado para gerar eletricidade e aquecimento residencial.

### **3.3.2 Eficiência Energética**

A eficiência energética é outra área importante para a gestão ambiental, uma vez que reduzir o consumo de energia contribui para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e a preservação de recursos naturais. Tecnologias inovadoras têm desempenhado um papel fundamental para melhorar a eficiência energética em diferentes setores:

#### **a) Setor Residencial:**

A adoção de tecnologias de automação residencial e a utilização de dispositivos inteligentes, como termostatos, iluminação LED e eletrodomésticos de baixo consumo, permitem um uso mais racional e eficiente da energia em residências.

#### **b) Setor Industrial:**

O uso de sensores e sistemas de controle automatizados possibilita uma gestão mais eficiente da energia em processos industriais. Além disso, a aplicação de tecnologias de recuperação de calor e cogeração ajuda a aproveitar subprodutos de processos industriais para a geração de energia.

#### **c) Setor de Transportes:**

Tecnologias de transporte inteligente, veículos elétricos e híbridos têm reduzido o consumo de combustíveis fósseis e as emissões de gases poluentes no setor de transportes. Além disso, a aplicação de sistemas de logística mais eficientes otimiza o consumo de combustível nas cadeias de suprimento.

#### **d) Construção Sustentável:**

O uso de tecnologias de construção sustentável, como isolamento térmico eficiente, materiais de baixo impacto ambiental e projetos arquitetônicos que aproveitam a luz natural, contribui para a redução do consumo de energia em edifícios.

## **3.4 INTERNET DAS COISAS (IOT) E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NA GESTÃO AMBIENTAL**

### **3.4.1 Internet das Coisas (IoT) na Gestão Ambiental**

A Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia que conecta dispositivos físicos à internet, permitindo a troca de dados e informações em tempo real. Na gestão ambiental, a IoT tem uma série de aplicações que a tornam uma ferramenta poderosa para coleta e análise de dados ambientais. Alguns exemplos de como a IoT pode ser utilizada na gestão ambiental incluem:

#### **a) Monitoramento Ambiental:**

Sensores IoT podem ser implantados em várias áreas, como florestas, rios, oceanos e áreas urbanas, para coletar dados em tempo real sobre a qualidade do ar, a qualidade da água, a umidade do solo, a temperatura, a concentração de poluentes e muito mais. Esses dados são enviados para sistemas centralizados, permitindo um acompanhamento contínuo e detalhado das condições ambientais.

#### **b) Gestão de Resíduos:**

A IoT pode ser usada para otimizar a coleta de resíduos sólidos, rastreando o preenchimento dos recipientes e identificando os pontos de coleta mais críticos. Além disso, a tecnologia pode facilitar o monitoramento de aterros sanitários, alertando sobre o volume de lixo acumulado e contribuindo para um gerenciamento mais eficiente dos resíduos.

#### **c) Conservação da Biodiversidade:**

A IoT pode ser aplicada em projetos de monitoramento e conservação da biodiversidade, como o rastreamento de animais em seus habitats naturais. Através de sensores e dispositivos de rastreamento, é possível obter dados sobre os padrões de movimento e comportamento dos animais, auxiliando na preservação de espécies ameaçadas e na proteção de áreas sensíveis.

#### **d) Agricultura de Precisão:**

Na agricultura, a IoT é empregada para a coleta de dados agronômicos, como umidade do solo, condições climáticas, nível de nutrientes, e outras variáveis relevantes. Esses dados ajudam os agricultores a otimizarem o uso de recursos, como água e fertilizantes, tornando o processo agrícola mais sustentável.

#### **e) Monitoramento de Áreas Remotas:**

A IoT também é útil para o monitoramento de áreas remotas, como florestas tropicais ou regiões árticas, onde a coleta de dados presencial pode ser difícil e dispendiosa. Com a implantação de sensores conectados à internet nessas áreas, é possível obter informações valiosas sobre as condições ambientais remotamente.

### **3.4.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na Gestão Ambiental:**

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas computacionais que permitem a análise e representação de dados georreferenciados em mapas interativos. Essas tecnologias têm uma ampla gama de aplicações na gestão ambiental:

#### **a) Mapeamento e Análise Espacial:**

Os SIG permitem a criação de mapas temáticos que representam informações geográficas sobre a distribuição de recursos naturais, áreas protegidas, ecossistemas, áreas urbanas, entre outros. Esses mapas são úteis para identificar padrões espaciais, realizar análises territoriais e subsidiar o planejamento ambiental.

#### **b) Planejamento de Uso do Solo:**

Os SIG são usados para o planejamento de uso do solo em áreas urbanas e rurais, levando em consideração critérios ambientais, como áreas de proteção, recursos hídricos e sensibilidade ecológica. Essa abordagem ajuda a evitar a ocupação desordenada do território e promover o desenvolvimento sustentável.

#### **c) Análise de Vulnerabilidade e Riscos Ambientais:**

Os SIG podem ser empregados para analisar a vulnerabilidade de uma região a desastres naturais, como enchentes, deslizamentos de terra e incêndios florestais. Essas análises permitem tomar medidas preventivas e de mitigação de riscos.

#### **d) Gestão de Unidades de Conservação:**

Os SIG auxiliam na gestão e monitoramento de áreas protegidas, como parques nacionais e reservas naturais. Essas ferramentas facilitam o acompanhamento de atividades humanas nessas áreas e ajudam a evitar ações ilegais, como desmatamento e caça clandestina.

#### **e) Monitoramento de Desmatamento e Expansão Urbana:**

Os SIG são usados para monitorar o desmatamento e o crescimento urbano, permitindo uma análise precisa das mudanças no uso da terra ao longo do tempo. Essas informações são cruciais para avaliar o impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente e desenvolver estratégias de conservação.

### **3.5 ECONOMIA CIRCULAR E RECICLAGEM AVANÇADA**

#### **3.5.1 Economia circular**

Visando reestruturar a forma como produzimos, consumimos e descartamos bens e materiais a Economia circular propõem um sistema mais regenerativo. No qual os recursos são utilizados de maneira eficiente e os resíduos são minimizados. Apresentando abordagem com base nos princípios de design sustentável, reutilização, remanufatura e reciclagem servido como resposta à crescente à pressão ambiental.

Os principais componentes são: O design sustentável, responsável pelo desenvolvimento de produtos duráveis, modulares e facilmente reparáveis. Esses produtos são criados para terem um longa vida útil e serem adaptáveis a mudanças futuras. Já a reutilização e

remanufatura, estão relacionadas a recuperação, restauração e atualização de produtos para prolongar sua vida útil e valor econômico. A reciclagem eficiente facilita a gestão dos fluxos de resíduo, destacando a logística reversa e a rastreabilidade dos materiais que podem possibilitar o desenvolvimento da coleta seletiva, a reintrodução de matérias na cadeia produtiva e recuperação dos mesmos.

A economia circular reduz significativamente a geração de resíduos em conjunto com a reutilização e a ciclagem de materiais, garantindo ainda a preservação de recursos naturais não renováveis. Existe ainda a participação da economia circular na redução das emissões de carbono, reduzindo a necessidade de produção de novos materiais.

### **3.5.2 Reciclagem avançada**

A evolução significativa nos processos tradicionais de reciclagem é representada pela reciclagem avançada, que oferece soluções inovadoras no processo de tratamento de resíduos e recuperação de materiais diversos utilizando tecnologias e métodos sofisticados.

#### **a) Reciclagem química:**

Ocorre por meio da decomposição controlado de seus materiais em seus componentes básicos, permitindo a recuperação de produtos químicos e polímeros para serem reutilizados na produção. Utilizado para plásticos complexos, que não podem ser reciclados de forma tradicional.

#### **b) Reciclagem por pirólise e incineração:**

Durante esse processo termoquímico os materiais orgânicos são aquecidos na ausência de oxigênio ocasionado quebra molecular, gerando a reutilização e refinados das matérias-primas. No processo de incineração a destruição dos resíduos ocorre por temperatura superior a 8000 °C, as cinzas resultantes desse processo podem ser utilizadas para correção de solo e reduzem a quantidade de resíduos destinados a aterros.

Imagem 8 - Reator utilizado no processo de incineração



Reciclagem por dissolução: Nesse método, os materiais são dissolvidos com a utilização de solventes específicos para recuperar comprovantes valiosos. Um exemplo, é reciclagem baterias eletroquímicas, onde metais podem ser recuperados por meio de dissolução seletiva. d) Reciclagem biológica: Método que utiliza organismos vivos, bactérias e fungos para realizarem a decomposição dos materiais orgânicos em produtos reutilizáveis.

Como benefícios podemos citar: a possibilidade de recuperação eficiente de materiais com alto valor de mercado e complexos. Esse processo de recuperação contribui para redução de extração de recursos naturais e da poluição ambiental associada à produção de novos materiais, oferecendo também tratamento para esses resíduos. O estímulo à inovação tecnológica também deve ser destacado, através de pesquisas impulsionando a criação de soluções cada vez mais eficientes e sustentáveis, proporcionando abordagens promissoras para gestão de resíduos.

#### **4 METODOLOGIA**

Este trabalho tem como objetivo analisar o uso de tecnologias inovadoras na gestão ambiental e sua contribuição para a sustentabilidade. Para alcançar esse propósito, será utilizada uma metodologia abrangente, compreendendo diferentes etapas de pesquisa e análise.

A metodologia proposta será realizar uma revisão bibliográfica para coletar informações relevantes sobre o tema. Serão consultadas publicações científicas, artigos acadêmicos, livros, relatórios técnicos e fontes confiáveis de organizações governamentais e não governamentais, com foco em estudos que abordem o uso de tecnologias inovadoras na gestão ambiental e seus impactos na sustentabilidade.

A partir da revisão bibliográfica, serão identificadas e selecionadas as tecnologias inovadoras mais relevantes para a gestão ambiental. Serão consideradas tecnologias relacionadas ao monitoramento ambiental em tempo real, Big Data e IA, energias renováveis, eficiência energética, IoT e SIG e economia circular e reciclagem avançada na gestão ambiental. Cada tecnologia será avaliada em termos de suas aplicações específicas, benefícios e limitações na área ambiental. Com a apresentação e ilustração da aplicação das tecnologias selecionadas, serão apresentados estudos de casos e exemplos práticos de projetos e iniciativas que utilizam essas tecnologias na gestão ambiental. Serão incluídas experiências bem-sucedidas de diferentes regiões do mundo, demonstrando como essas tecnologias têm sido empregadas para abordar problemas ambientais específicos e promover a sustentabilidade.

## 5 DESENVOLVIMENTO

### 5.1 ESTUDOS DE CASOS PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL EM TEMPO REAL

- IBM Environmental Intelligence Suite: A IBM desenvolveu uma suíte de soluções que utiliza IoT (Internet das Coisas) e análise de dados para monitorar diversos parâmetros ambientais, como qualidade do ar, qualidade da água e condições meteorológicas. Isso permite que as empresas tomem decisões informadas e rápidas para minimizar impactos ambientais.
- SIMA: Desenvolvido pelo INPE o Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental é um conjunto de hardware e software para coleta de dados e monitoramento em tempo real de processos da hidrosfera. Para a coleta é utilizado um sistema autônomo fundeado, onde são instalados sensores para armazenamento e são transmitidos via satélite.
- Ecolife Recycling Bins: A Ecolife desenvolveu lixeiras inteligentes equipadas com sensores que medem o nível de resíduos dentro do recipiente. Isso permite que as empresas de coleta de resíduos otimizem suas rotas de coleta, economizando combustível e reduzindo as emissões de carbono.
- Suez Smart Solutions: A Suez, uma empresa de gestão de água e resíduos, implementou soluções de monitoramento em tempo real para identificar vazamentos em sistemas de água e monitorar a qualidade da água. Isso ajuda a evitar perdas de água e a garantir que a água fornecida seja segura para consumo.
- Descartes Labs: A Descartes Labs utiliza análise de dados geoespaciais para monitorar mudanças nos ecossistemas, como desmatamento e uso da terra. Essas informações são valiosas para governos e organizações ambientais na tomada de decisões relacionadas à conservação.
- Google Earth Engine: Embora não seja uma empresa tradicional, a Google oferece uma plataforma que combina imagens de satélite de alta resolução com análises avançadas para rastrear mudanças ambientais ao longo do tempo. Isso é útil para monitorar desmatamento, urbanização e outras mudanças no ambiente.
- Aclima: A Aclima oferece soluções de monitoramento ambiental baseadas em sensores que medem uma ampla gama de parâmetros, como poluentes do ar e qualidade da água. Esses dados são usados para mapear padrões de poluição e ajudar as cidades a melhorarem a qualidade do ar.

- Planet Labs: A Planet Labs utiliza constelações de pequenos satélites para capturar imagens da Terra diariamente. Essas imagens podem ser usadas para monitorar a cobertura vegetal, detectar mudanças ambientais e auxiliar no planejamento urbano sustentável.
- Aeroqual: A Aeroqual desenvolve soluções de monitoramento da qualidade do ar, incluindo dispositivos portáteis e estacionários que medem vários poluentes em tempo real. Essas informações ajudam as empresas e as autoridades reguladoras a tomar medidas para melhorar a qualidade do ar.
- Global Forest Watch: utiliza uma combinação de tecnologias inovadoras de sensoriamento remoto, análise de imagens e crowdsourcing para monitorar o desmatamento em todo o mundo. Ela oferece mapas interativos e em tempo real, permitindo acesso a todos da sociedade para acompanhar as mudanças.
- Projeto de Mapeamento de corais da XL Catlin Seaview survey: o mesmo utiliza imagens de alta resolução capturadas por câmeras subaquáticas para mapear recifes de corais ao redor do mundo. Essas imagens são analisadas utilizando técnicas de processamento e aprendizado de máquinas para avaliar a saúde dos recifes de corais.

Estas empresas são um exemplo da crescente adoção de tecnologias inovadoras para resolver problemas ambientais. Utilizando sensores, análise de dados e monitorização remota, permitem que empresas, governos e a sociedade como um todo tomem medidas proativas para promover a proteção ambiental. Desde a monitorização da desflorestação à monitorização da qualidade do ar e da água, estes esforços não só permitem uma compreensão mais profunda dos ecossistemas, mas também permitem decisões informadas e ações direcionadas para minimizar os impactos negativos e promover um futuro mais sustentável.

## **5.2 ESTUDOS DE CASOS PARA A UTILIZAÇÃO DE BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) PARA A GESTÃO AMBIENTAL**

- The Ocean Cleanup: Essa organização utiliza IA e Big Data para mapear a distribuição de plásticos nos oceanos e identificar os pontos mais críticos de poluição. Isso permite direcionar os esforços de limpeza de maneira mais eficaz e conscientizar o público sobre a poluição dos oceanos.
- Ecolab: A Ecolab utiliza análises de Big Data para otimizar o uso de recursos hídricos em indústrias. Eles monitoram o consumo de água em tempo real e aplicam algoritmos de IA para identificar oportunidades de redução de desperdício e eficiência no uso da água.

- Microsoft AI for Earth: A Microsoft desenvolveu uma iniciativa que utiliza IA e Big Data para enfrentar desafios ambientais, como monitoramento florestal, conservação da biodiversidade e previsão de eventos climáticos extremos. Eles oferecem suporte a organizações que buscam soluções inovadoras baseadas em tecnologia.
- IBM Green Horizons: A IBM emprega IA e Big Data para prever e monitorar a qualidade do ar em cidades e áreas industriais. Isso ajuda a antecipar eventos de poluição e a tomar medidas preventivas para proteger a saúde pública e o meio ambiente.
- Enel Green Power: A Enel, uma empresa de energia renovável, utiliza análise de Big Data e IA para otimizar a operação de suas usinas eólicas e solares. Isso inclui previsões de produção de energia com base em dados climáticos e de mercado, aumentando a eficiência na geração de energia limpa.
- TerrAvion: Essa empresa utiliza drones e análises de Big Data para monitorar o uso da terra na agricultura. Isso ajuda os agricultores a identificarem padrões de irrigação, saúde das plantas e outros fatores que impactam a produtividade, permitindo uma abordagem mais sustentável.
- Ceres Imaging: Similar ao exemplo acima, a Ceres Imaging usa imagens aéreas e análises de Big Data para ajudar os agricultores a gerenciarem melhor o uso da água, otimizando a irrigação e reduzindo o consumo de recursos hídricos.
- Google DeepMind - DeepMind for the Environment: A DeepMind, uma empresa da Alphabet (empresa-mãe do Google), está explorando o uso de IA para compreender melhor os padrões climáticos e prever mudanças ambientais. Eles têm projetos voltados para a otimização de consumo de energia em centros de dados e para a previsão da evolução da cobertura de nuvens.

Estas iniciativas ilustram a extensão do impacto da inteligência artificial e dos grandes volumes de dados na sustentabilidade ambiental. Utilizando alta tecnologia, essas empresas não apenas melhoram a compreensão dos problemas ambientais, mas também desenvolvem soluções práticas e inovadoras para resolvê-los. Desde a monitorização da poluição marinha até à gestão eficiente dos recursos hídricos, à produção de energia limpa e à otimização do uso da terra na agricultura, estes esforços demonstram como a tecnologia pode ser um aliado fundamental na promoção da sustentabilidade e na mitigação de impactos ambientais prejudiciais.

### **5.3 ESTUDOS DE CASOS UTILIZANDO ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA GESTÃO AMBIENTAL.**

- Tesla: A Tesla é conhecida por seus veículos elétricos, mas também desempenha um papel importante na energia renovável. Seu produto Powerwall é uma bateria doméstica que armazena energia solar para uso posterior, reduzindo a dependência de fontes de energia não renováveis.
- Orsted: Essa empresa de energia dinamarquesa passou por uma transformação completa, deixando de ser uma empresa de energia fóssil para se tornar líder mundial em energia eólica offshore. Seu compromisso com as energias renováveis contribui significativamente para a redução das emissões de carbono.
- Schneider Electric: A Schneider Electric desenvolve soluções de eficiência energética para edifícios, data centers e indústrias. Seus produtos e serviços ajudam a monitorar e otimizar o uso de energia, reduzindo desperdícios e custos.
- Siemens Gamesa: Essa empresa é uma das principais fabricantes de turbinas eólicas. Ao fornecer tecnologia para parques eólicos em todo o mundo, a Siemens Gamesa contribui para a geração de energia limpa e renovável.
- Enphase Energy: A Enphase Energy produz sistemas de micro inversores solares, que otimizam a eficiência de cada painel solar individualmente. Isso melhora o desempenho geral dos sistemas solares residenciais e comerciais.
- Nest Labs: Enquanto parte da Alphabet (empresa-mãe do Google), a Nest Labs desenvolve termostatos inteligentes e outros dispositivos para casas inteligentes. Seus produtos ajudam a reduzir o consumo de energia, ajustando automaticamente o uso de aquecimento e resfriamento.
- SunPower: A SunPower é uma empresa de energia solar que produz painéis solares altamente eficientes. Seus produtos são projetados para gerar mais energia em menos espaço, tornando-os ideais para residências e empresas.
- ENGIE: A ENGIE é uma empresa global que se concentra em soluções de energia renovável e serviços de eficiência energética. Eles trabalham em projetos que envolvem energia solar, eólica, biomassa e outras fontes limpas.
- Vestas: Outra grande fabricante de turbinas eólicas, a Vestas tem uma presença global na indústria eólica. Sua tecnologia ajuda a impulsionar a geração de energia limpa e a redução das emissões de gases de efeito estufa.
- Renewable Energy Group (REG): A REG é uma das principais empresas de biocombustíveis dos Estados Unidos, produzindo biodiesel a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais usados.

- Solarcity: empresa líder em energia solar nos Estados Unidos, que notou a importância de maximizar a eficiência da geração solar distribuída, apresentando como objetivo agregar e gerenciar de forma inteligente diversas instalações solares em um sistema virtualmente interligado. Implementando um sistema de agregação que permite a coordenação da geração de solar em suas instalações, obtendo como resultado a otimização da produção energética durante períodos de alta demanda ou condições climáticas favoráveis. O sistema funciona por meio de coleta de dados em tempo real sobre as condições meteorológicas, condição de geração solar e consumo

As empresas citadas implementam uma série de medidas importantes para promover a sustentabilidade e as energias renováveis. Eles se concentram na criação de soluções inovadoras que não apenas reduzam o impacto ambiental, mas também promovam a transição para uma matriz energética mais limpa. Ao desenvolver tecnologias como células solares, turbinas eólicas de alta eficiência e sistemas de micro inversores solares, estas empresas estão a mudar a forma como produzimos, armazenamos e utilizamos energia. Além disso, conduzem a mudanças em setores tradicionalmente dependentes de combustíveis fósseis, como a produção de biocombustíveis a partir de fontes renováveis. Ao comprometerem-se com a inovação sustentável, estas empresas desempenham um papel crucial na criação de um futuro mais verde e sustentável.

#### **5.4 ESTUDOS DE CASOS UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS (IOT) E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG), PARA MELHORAR A GESTÃO AMBIENTAL E CONTRIBUIR PARA A SUSTENTABILIDADE.**

- Cisco Environmental Monitoring Solutions: A Cisco desenvolve soluções de IoT para monitoramento ambiental, como sensores de qualidade do ar e da água. Esses sensores coletam dados em tempo real que podem ser usados para avaliar a qualidade ambiental e tomar medidas corretivas quando necessário.
- Esri: A Esri é uma líder em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e oferece soluções para mapear e analisar dados espaciais. Isso é utilizado por várias empresas e organizações para planejamento urbano sustentável, monitoramento de recursos naturais e avaliação de impacto ambiental.
- WaterSmart Software: Esta empresa utiliza IoT para monitorar o consumo de água em residências e empresas. Através de aplicativos e interfaces online, os usuários podem acompanhar o uso da água e receber sugestões para economizar, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

- Conservation International's Wildlife Insights: Utilizando IoT e SIG, essa iniciativa monitora a vida selvagem através de câmeras de monitoramento fotográfico e sensores. Isso ajuda a entender melhor os padrões de movimento da fauna e a tomar decisões informadas para a conservação.
- Waze Connected Citizens Program: Embora não seja uma empresa de gestão ambiental tradicional, a Waze, com seu programa Connected Citizens, compartilha dados de tráfego e congestionamentos com governos locais. Isso ajuda a otimizar o fluxo de tráfego, reduzindo as emissões de veículos parados no trânsito.
- Ayyeka: A Ayyeka oferece soluções de IoT para monitoramento de água e infraestruturas hidráulicas. Isso é útil para identificar vazamentos, prevenir inundações e garantir o uso eficiente da água.
- Trimble: A Trimble fornece tecnologias de posicionamento de alta precisão e soluções SIG para várias indústrias. Na gestão ambiental, essas tecnologias são usadas para mapeamento topográfico, monitoramento de mudanças na paisagem e análises de impacto ambiental.
- Earth Networks: Esta empresa opera uma rede de estações meteorológicas conectadas globalmente. Com base em dados coletados por essas estações, eles fornecem informações meteorológicas precisas para auxiliar na tomada de decisões relacionadas à gestão ambiental.
- Environnement S.A: Essa empresa oferece soluções de monitoramento ambiental que incluem sensores IoT para medir a qualidade do ar, emissões industriais e outros parâmetros ambientais. Os dados coletados auxiliam na avaliação da qualidade do ar e na implementação de medidas de controle da poluição.

Através de soluções baseadas em IoT, GIS e análise de dados, estão a recolher informações valiosas para monitorizar a qualidade do ar, da água e da vida selvagem, bem como otimizar a utilização de recursos como a água e reduzir o impacto do tráfego no ambiente urbano. Ao empregar tecnologias inovadoras, estas empresas permitem que empresas, governos e comunidades tomem decisões informadas, promovendo abordagens mais sustentáveis aos recursos naturais e ao ambiente em geral.

## **5.5 ESTUDOS DE CASOS PARA IMPULSIONAR A ECONOMIA CIRCULAR E A RECICLAGEM AVANÇADA, CONTRIBUINDO ASSIM PARA A SUSTENTABILIDADE.**

- TerraCycle: A TerraCycle é conhecida por sua abordagem única para a reciclagem. Eles desenvolvem programas de reciclagem para materiais que geralmente são considerados não recicláveis, como embalagens de alimentos flexíveis e itens de higiene pessoal. A empresa cria parcerias com marcas para criar pontos de coleta para esses materiais, que são então reciclados em novos produtos.
- Loop: Uma iniciativa da TerraCycle, o Loop é um serviço que visa eliminar resíduos de embalagens descartáveis. Eles colaboram com marcas para oferecer produtos em embalagens reutilizáveis, coletam as embalagens vazias dos consumidores e as higienizam para reabastecimento.
- Biolektra Group: Essa empresa polonesa utiliza tecnologia de pirólise e gaseificação para converter resíduos sólidos urbanos em energia e subprodutos úteis, como biocarvão. Isso contribui para reduzir a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários e para aproveitar recursos de maneira mais eficiente.
- Serquip: A Serquip é uma empresa especialista em gestão de resíduos em diversos tipos de atividades, desde os setores de saúde até os industriais. Destacando a unidade que fica localizada no Paraná, onde possuem um incinerador próprio que é utilizado no processamento de resíduos como: medicamentos, peças anatômicas, carcaças e resíduos químicos. A mesma realiza a coleta de resíduos, transporte e destinação final.
- Ecolife Recycling: Ecolife Recycling desenvolve sistemas de reciclagem automatizados que utilizam tecnologia de reconhecimento óptico para identificar e separar materiais recicláveis em alta velocidade, melhorando a eficiência do processo de reciclagem.
- Catalytic: A Catalytic oferece soluções de automação para melhorar a eficiência de processos industriais, incluindo a reciclagem. Sua tecnologia ajuda a otimizar fluxos de resíduos, rastrear materiais e reduzir desperdício.
- BioCellection: Essa empresa utiliza biotecnologia para degradar plásticos difíceis de reciclar, transformando-os em produtos químicos valiosos. Isso contribui para uma abordagem mais circular para lidar com plásticos.
- ReNew ELP: A ReNew ELP emprega tecnologia hidrotérmica para reciclar plásticos complexos, como embalagens metalizadas e laminadas, transformando-os em óleo bruto que pode ser refinado para produzir novos plásticos ou outros produtos.

- UBG Materials: A UBG converte resíduos orgânicos e materiais descartados em um material termoplástico que pode ser usado para fabricar produtos duráveis, substituindo materiais plásticos virgens.
- Ecovative Design: Essa empresa utiliza micélio (raízes de cogumelos) para criar materiais biodegradáveis que podem substituir plásticos e materiais de embalagem não sustentáveis.
- The Ocean Cleanup: Embora focado principalmente em limpar plásticos dos oceanos, a tecnologia da The Ocean Cleanup tem o potencial de recuperar plásticos para reciclagem avançada, contribuindo para a economia circular.

Algumas destas empresas têm programas de reciclagem para materiais anteriormente não recicláveis, trabalhando com parceiros para converter esses materiais em novos produtos. Outros procuram reduzir o desperdício de embalagens descartáveis, oferecendo alternativas reutilizáveis e esterilizáveis. Além disso, existem métodos que utilizam métodos avançados, como a pirólise e a gaseificação, para converter resíduos urbanos em energia e subprodutos úteis, reduzindo assim a quantidade de resíduos que vão para aterros. Algumas organizações automatizam a reciclagem através da tecnologia de reconhecimento óptico, simplificando o processo.

Outras empresas oferecem soluções de automação industrial, incluindo reciclagem, para reduzir o desperdício. Existem também a utilização da biotecnologia para converter plásticos desafiantes em produtos valiosos, promovendo assim práticas de eliminação mais circulares. Existem também tecnologias que podem reciclar plásticos complexos em petróleo bruto, que pode então ser refinado em novos plásticos ou outros produtos. Finalmente, existem iniciativas que fornecem alternativas biodegradáveis aos plásticos tradicionais e tecnologias que podem aumentar a reciclagem avançada e, assim, contribuir para uma economia circular mais ampla. Estas ações demonstram como abordagens inovadoras podem impulsionar mudanças na gestão de resíduos.

## 6 CONCLUSÃO

- O monitoramento ambiental em tempo real, por meio de tecnologias inovadoras, proporciona um nível de conhecimento e capacidade de resposta sem precedentes aos desafios ambientais. Essa abordagem permite uma gestão mais proativa e adaptativa do meio ambiente, fornecendo informações críticas para a tomada de decisões em prol da sustentabilidade e da proteção dos recursos naturais.
- A utilização de Big Data e Inteligência Artificial na gestão ambiental possibilita uma abordagem mais inteligente, precisa e proativa para lidar com os desafios ambientais contemporâneos. Essas tecnologias oferecem uma nova perspectiva, potencializando a capacidade de compreender, prever e mitigar os impactos negativos no meio ambiente, tornando a gestão ambiental mais eficiente e sustentável. No entanto, é importante considerar questões éticas e de privacidade na utilização dessas tecnologias, garantindo que elas sejam usadas de forma responsável e alinhada com os valores da sustentabilidade.
- O investimento em tecnologias inovadoras para o desenvolvimento e aprimoramento de energias renováveis e eficiência energética é fundamental para a gestão ambiental e para a busca de soluções sustentáveis para os desafios energéticos do futuro. Essas tecnologias não apenas reduzem o impacto ambiental associado à geração e consumo de energia, mas também abrem novas oportunidades de negócios, gerando empregos e estimulando a inovação na economia verde. A combinação de fontes de energia limpa e a otimização do uso de energia são pilares essenciais para a construção de um futuro mais sustentável e resiliente.
- A combinação da Internet das Coisas (IoT) e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) traz uma abordagem integrada e inovadora para a gestão ambiental. Essas tecnologias oferecem meios poderosos para coletar, analisar e visualizar informações ambientais, possibilitando uma tomada de decisões mais informada, eficiente e estratégica para a preservação e uso sustentável dos recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais negativos. Além disso, a integração de dados geoespaciais com informações em tempo real provenientes de dispositivos IoT amplia a capacidade de monitoramento ambiental, fornecendo uma visão abrangente e detalhada do estado do meio ambiente e permitindo ação proativa em direção à sustentabilidade.
- A reciclagem avançada introduz soluções inovadoras, como a reciclagem química, pirólise, dissolução e biológica, para recuperar materiais complexos. Isso resulta na redução da extração de recursos e minimização da poluição ambiental. Por outro lado, a economia circular visa reformular a forma como produzimos, consumimos e

descartamos, através de design sustentável, reutilização, remanufatura e reciclagem.

- Essas abordagens trabalham juntas para reduzir o desperdício e diminuir as emissões de carbono, alinhando-se com uma visão mais sustentável e ecológica do futuro. Empresas que investem na adoção de tecnologia inovadoras contribuem principalmente para a proteção do meio ambiente, mas também demonstram responsabilidade social, preocupação com a imagem da empresa frente a mudança de perfil de consumidores, os quais estão buscando empresas com produtos e processos mais sustentáveis, impulsionam o desenvolvimento de novas tecnologias e servem de exemplo ou inspiração para outras empresas e organizações através de suas práticas sustentáveis a implementarem esses modelos de sucesso.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. (2021). World Energy Outlook 2021, Paris:IEA.

AVELINO, P. H. M. (2004). Trajetória da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica(SIG) na pesquisa geográfica.

BARBIER, E. B. (2016). The role of technology in sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 122, 45-54.

BERMANN, C. (2008). Crise ambiental e as energias renováveis. *Ciência e Cultura*, vol. 60,no. 3, São Paulo, setembro.

CABRAL, Igor Pinheiro de Sales. Novas ferramentas para monitoramento ambiental usando SIG Web. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

CARVALHO, F. B. S. de, Leal, B. G., Filho, J. V. dos S., Baiocchi, O. R., Lopes, W. T. A., & Alencar, M. S. de. (2012). Aplicações Ambientais de Redes de Sensores Sem Fio. *Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação*, vol. 2, no. 1, outubro.

COSTA, C. L et al (2018). Internet das coisas (IOT), um Estudo Exploratório em Agronegócios. VI Simpósio da Ciência do Agronegócio.

DEFOREST, N., SGRIN, B., & SCHWARTZ, L. (2017). SolarCity Aggregation: Policy and Market Impacts of Virtual Net Metering with Aggregated Distributed Photovoltaics. *Energy Policy*, 108, 636-645.

ENERGIA FOTOVOLTAICA. Ziegel, 2023. Disponível em: <https://ziegel.com.br/energia-fotovoltaica/>

FIELDVIEW. Funções dos drones na agricultura, 2022. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/drones-agricultura>

GLOBAL FOREST WATCH. (2021). About Global Forest Watch.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS( INPE). Simulação de Materiais da Hidrosfera. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/hidrosfera/sima/>

KUSI-SARPONG, S., SARKIS, J., & WANG, X. (2019). The role of environmental management systems in green technology adoption and integration for environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 211, 198-209.

LANDSAT REMOTE SENSING SATELLITE. Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat>

LEVANTAMENTO AEREO NÃO TRIPULADO (VANT). *Erg Engenharia*, 2023. Disponível em: <https://www.ergbh.com.br/levantamento-aereo-nao-tripulado-vant/>

PEREZ-BATRES, L. A., MILLER, V. V., & PISANI, M. J. (2020). The role of technology incorporate sustainability: A systematic review and future research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122698.

RODRIGUES, B. S., ZANETTI, M. C., & BARATA, E. (2018). The role of innovative technologies in environmental management: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 202, 516-527.

SANTOS, B.P et al. (2016). *Internet das coisas, da Teoria à Prática*. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

SEIXAS CARDOSO, J., & DOS SANTOS QUEIROZ, W. (2018). Utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) como ferramenta na conservação e no monitoramento ambiental da Amazônia Brasileira. *Anais do XV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social*, 15(1).

SERQUIP PR ,Tratamento de Resíduos. Disponível em: <https://serquippr.com.br/>

SOUZA, Bruna Araújo et al (2023). Usina autossustentável de incineração de lixo dispensável pela reciclagem: Estudo de viabilidade para a cidade de Belo horizonte. Universidade Federal de Ouro Preto, Belo Horizonte.

SMITH, J. (2019). The role of innovation in sustainable industrial development. *Journal of Cleaner Production*, 232, 1003-1012.

VENTURINI, P.D (2018). *Análise e Estudo de Caso em Internet das Coisas Baseado no ProjetoKaa*. Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó.

WORLD WIDE WIND, 2023. Disponível em: <https://worldwidewind.no/pages/technology>

XL Catlin Seaview Survey. (2021). *Coral Reef Mapping*. Disponível em: <https://www.catlinseaviewsurvey.com/>