

Resíduos sustentáveis com ajuda da IA

Uso de aprendizado de máquina e tratamento hidrotérmico aprimoram a reciclagem de dejetos da agropecuária. Cientistas acreditam que a tecnologia pode contribuir para as metas de neutralidade de carbono globalmente

» RAFAELA LEITE

Pesquisadores internacionais desenvolveram uma análise baseada na tecnologia de aprendizado de máquina, um subconjunto da Inteligência Artificial (IA), para otimizar o tratamento de esterco animal e prever a distribuição de nutrientes valiosos, como o fósforo, durante o processo. Esse avanço tem o potencial de transformar resíduos agrícolas em recursos mais seguros e úteis, além de contribuir para a redução da poluição ambiental.

O estudo, publicado na revista científica *Biochar*, explora a aplicação do tratamento hidrotérmico, uma tecnologia que utiliza água sob altas temperaturas e pressão para converter resíduos orgânicos em produtos com maior valor agregado, como explica a engenheira agrônoma Maria Luísa Rech. Segundo ela, no esterco, o processo resulta em dois subprodutos principais: o **hidrochar**, um material sólido com potencial de uso agrícola, e um líquido rico em nutrientes.

A técnica tem ganhado destaque na gestão de resíduos agrícolas e pecuários por possibilitar o reaproveitamento energético e nutricional de materiais que antes eram descartados. “No caso do esterco suíno, o tratamento hidrotérmico quebra a matéria orgânica e libera compostos valiosos, como carbono, nitrogênio e fósforo”, diz Maria Luísa Rech. O manejo também reduz odores, elimina patógenos e gera subprodutos que podem ser utilizados como biofertilizantes ou transformados em biocombustíveis. “Assim, o biorresíduo deixa de ser um problema ambiental e passa a integrar um ciclo produtivo sustentável”, completa.

Reciclagem

O autor principal do trabalho, Xiaofei Ge, da Universidade Agrícola da China, comentou que o esterco bovino tem grandes quantidades de fósforo e, se esse elemento for liberado no meio ambiente, pode contaminar a água e o solo. “Mas, se recuperado adequadamente, pode ser reutilizado como fertilizante para apoiar a agricultura sustentável”, disse, em nota.

A pesquisa também revelou que fatores como o tempo de reação e o pH têm grande impacto na recuperação do fósforo, cuja fixação é favorecida pela adição de cálcio e ferro no hidrochar. Isso torna o elemento menos suscetível à lixiviação, processo natural no solo em que nutrientes minerais solúveis são arrastados das camadas superficiais para as mais profundas. Assim,

Pexels/Divulgação



O tratamento proposto pelo aprendizado de máquina e testado pelos cientistas reduz odores, elimina patógenos e gera subprodutos

Retenção no solo

De acordo com a engenheira agrônoma Maria Luisa Rech, da Universidade de Brasília (UnB), o biochar (biocarvão) e o hidrochar (hidrocarvão) são materiais ricos em carbono produzidos a partir da conversão de resíduos orgânicos, mas por processos distintos. O biochar é obtido por meio de altas temperaturas e pouco oxigênio, resultando em um material seco, poroso e altamente estável, capaz de reter carbono no solo por longos períodos. “Já o hidrochar é formado por carbonização hidrotérmica, realizada em meio aquoso sob alta pressão e temperatura moderada, sendo mais adequada para resíduos úmidos, como o esterco. Embora tenha menor estabilidade que o biochar, o hidrochar conserva nutrientes e pode ser usado como biofertilizante, condicionador de solo ou matéria-prima para biocombustíveis, reforçando seu papel na agricultura sustentável”, afirma. **(RL)**

o material se torna mais adequado para a aplicação agrícola.

Ainda sobre o composto, a engenheira agrônoma Maria Luísa Rech acrescenta que “o fósforo é um dos elementos mais estratégicos”. Embora essencial para a agricultura, a presença do elemento químico em excesso pode causar poluição de rios e lagos, provocando desequilíbrios ecológicos. “Por isso, o fósforo representa uma dupla face: é uma oportunidade, por ser um insumo valioso para adubação, e um desafio, por exigir controle técnico rigoroso para evitar impactos ambientais. O manejo inteligente do fósforo é, portanto, uma questão central de eficiência e sustentabilidade”.

Métodos

Para enfrentar esse desafio, a equipe de cientistas utilizou modelos de aprendizado de máquina, como XGBoost, Árvores de Decisão e Florestas Aleatórias, para prever o comportamento do fósforo tanto no hidrochar (sólido) quanto na fase líquida. Uma atenção especial foi dada à

Para saber mais

Mais aplicações e uso no Brasil

- » As aplicações da inteligência artificial no campo são vastas. Segundo a professora de agronomia da Universidade de Brasília Michelle Souza Vilela, a IA atua em previsão de safra, controle de pragas e doenças, prescrição de fertilizantes, irrigação inteligente, mapeamento de solos e logística. “No Brasil, ela já é usada por instituições públicas e privadas (Embrapa, IAC startups, universidades e empresas agropecuárias) para monitoramento de lavouras, análise de solos e sistemas de apoio à decisão”, pontua.
- » Recentemente, o governo federal lançou o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (Pbia) como estratégia nacional para IA e há projetos de lei, como o PL 2338/2023, propondo regulamentação legal do uso dos recursos em setores diversos.
- » Apesar dos desafios do uso dessa tecnologia na agricultura, como custos iniciais, conectividade, capacitação técnica e adaptação regional, “a IA ajuda a converter dados de resíduos em decisões práticas de tratamento e recuperação de nutrientes, oferecendo suporte técnico para políticas públicas mais eficientes”, conclui Michelle. **(RL)**

influência dos íons de cálcio e ferro na distribuição do nutriente. O modelo XGBoost apresentou os resultados mais consistentes, com previsões muito próximas dos dados obtidos experimentalmente.

“O aprendizado de máquina substituiu parte do método tradicional de ‘tentativa e erro’ por uma abordagem

preditiva, capaz de indicar automaticamente o melhor conjunto de parâmetros para tratar o esterco e recuperar fósforo com menor custo e impacto ambiental”, avalia a professora de agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB) e coordenadora de Inovação

e Transferência de Tecnologia também da UnB, Michelle Souza Vilela.

Bruno Sant’Ana, administrador que atua na Unidade de IA e Analítica (UAN) do Banco do Brasil, explica que o aprendizado de máquina permite que os sistemas aprendam com dados históricos. “Ele observa exemplos, identifica padrões e começa a

Arquivo pessoal



Maria Luísa Rech:
“Ciclo produtivo sustentável”

fazer previsões sozinho, como um ‘aluno’ que aprende vendo muitos exercícios resolvidos.” Sant’Ana afirma que o XGBoost é um dos algoritmos mais populares do tipo, pois é rápido, preciso e eficiente. “Ele funciona como um time de especialistas (árvores de decisão) que vão se corrigindo uns aos outros até chegar numa previsão mais precisa.”

O administrador esclarece que o modelo opera em etapas. “Cada ‘árvore’ tenta prever algo, e a próxima aprende com os erros da anterior. No fim, todas colaboram para uma resposta mais certa. É como um ‘grupo de conselheiros’ que vai ficando mais sábio a cada rodada.” Sant’Ana também ressalta o uso prático da tecnologia no setor financeiro, como na detecção de fraudes, avaliação de risco de crédito e análise de comportamento de clientes.

A equipe de pesquisadores acredita que os resultados podem dar suporte a políticas e tecnologias para o gerenciamento de resíduos pecuários em todo o mundo, contribuindo para as metas de neutralidade de carbono. “Nossas descobertas demonstram que o aprendizado de máquina pode ajudar a projetar estratégias mais inteligentes de tratamento de resíduos”, disse a coautora Sabry M. Shaheen, da Universidade de Wuppertal, na Alemanha. “Isso tem implicações importantes para a agricultura sustentável, a proteção ambiental e a recuperação de recursos.” Portanto, ao otimizar recuperação de nutrientes e produzir hidrochar que fixa carbono, a tecnologia reduz emissões e diminui o uso de fertilizantes fósseis.

***Estagiária sob a supervisão de Paloma Oliveto**

ÓPTICA

Tela em miniatura com resolução máxima

Os menores pixels já criados em uma tela com a maior resolução possível para o olho humano foram apresentados em um artigo publicado na revista *Nature*, abrindo caminho para a criação de mundos virtuais visualmente indistinguíveis da realidade. A tecnologia reproduz cores usando nanopartículas cujas dimensões e arranjo controlam a dispersão da luz, com propriedades ópticas que podem ser ajustadas eletricamente.

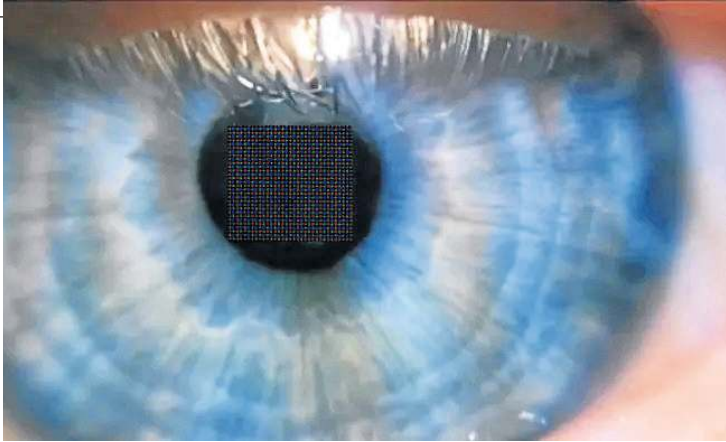
À medida que a transferência de informações em nossa

sociedade se torna mais complexa, aumenta também a demanda por telas que transmitam imagens e vídeos com precisão, argumentam os pesquisadores, da Universidade de Tecnologia Chalmers, da Universidade de Gotemburgo e da Universidade de Uppsala, na Suécia. “A tecnologia que desenvolvemos pode fornecer novas maneiras de interagir com a informação e o mundo ao nosso redor”, afirma Kunli Xiong, professor assistente do Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade de Uppsala, idealizador do

projeto e autor principal do estudo. Segundo ele, a estratégia pode “expandir as possibilidades criativas, aprimorar a colaboração remota e até mesmo acelerar a pesquisa científica”.

São o tamanho e o número de pixels que determinam a resolução e, portanto, o quão realistas as imagens e os filmes exibidos nas telas podem ser. Na realidade virtual ou aumentada, onde a tela é pequena e próxima ao olho, a experiência é limitada pelo fato de que esses elementos não podem ser reduzidos o suficiente.

Chalmers University of Technology | Mia Halleröd Palmgren./ Divulgação



Pupila

Em uma tela de micro-LED, por exemplo, os pixels funcionam mal quando se tornam menores que um micrômetro. No entanto, no artigo, os pesquisadores apresentam o retina E-paper, um novo tipo de papel eletrônico, ou tela reflexiva. Cada elemento tem aproximadamente 560 nanômetros, e a área

total da tela é comparável ao tamanho da pupila humana, com uma resolução superior a 25 mil ppi (pixels por polegada).

“Isso significa que cada pixel corresponde aproximadamente a um único fotorreceptor no olho, ou seja, as células nervosas da retina que convertem luz em sinais biológicos. Os humanos não conseguem perceber uma resolução

A área total do monitor tem o tamanho da retina humana: maior qualidade e menor consumo de energia

maior do que essa”, diz Andreas Dahlin, professor do Departamento de Química e Engenharia Química da Chalmers.

“Esse é um grande avanço no desenvolvimento de telas que podem ser reduzidas a um tamanho miniatura, melhorando a qualidade e reduzindo o consumo de energia”, disse Giovanni Volpe, professor do Departamento de Física da Universidade de Gotemburgo. “A tecnologia precisa ser aprimorada ainda mais, mas acreditamos que essa tecnologia desempenhará um papel importante em sua área e, eventualmente, terá impacto em todos nós.”