

SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS À BIORREMEDIAÇÃO DE AGROTÓXICOS

M.S. Vianna; H.C. Silva; F.D. Nascimento; J.I. Bellinger; J.P. Torres

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho Lab. Micropoluentes (Projeto Start up Wibis Vitae): Av. Carlos Chagas Filho, nº 373, Cidade Universitária, Cep: 21941-902. Rio de Janeiro, RJ. E-mail: wibisvitae@gmail.com

INTRODUÇÃO

A remediação de solos busca, como um de seus objetivos operacionais, seu baixo custo de implementação e eficiência na dissipação de concentrações de contaminantes. No entanto, o prazo para alcançar os resultados esperados pode ser considerado uma desvantagem do processo de remediação. As recentes técnicas de remediação em uso crescente em países desenvolvidos e no Brasil, com tecnologias in-situ levam à redução dos custos de instalação, operação e monitoramento. A evolução das tecnologias de remediação tem se constituído em soluções menos invasivas. Portanto, estratégias que potencializam os processos de atenuação natural de contaminantes estão sendo aplicadas em diversos compartimentos ambientais com grande versatilidade. Nesta abordagem, uma dessas estratégias de biorremediação é explorar o potencial bioquímico do solo. Além do papel fundamental nos ciclos biogeoquímicos, a biota e suas enzimas podem degradar substâncias tóxicas, controlar patógenos, contribuir para a estruturação do solo e outras funções. Ao mesmo tempo, avanços tecnológicos na área de Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e bioprospecção de espécies com potencial de remediação trouxeram uma nova abordagem a essa área de pesquisa e implementação in situ de remediação ambiental com planos viáveis e eficientes.

Entretanto, esta abordagem de biorremediação a partir do monitoramento de processos multivariados de atenuação natural é complexo considerando que sua eficiência está diretamente relacionado a possibilidade de seu monitoramento e controle. Por conta disso, este trabalho busca uma abordagem inovadora ao aplicar os benefícios da lógica Fuzzy já explorados pela otimização de gestão de sistemas produtivos ao sistema produtivo agrícola com ênfase em processos de biorremediação para a sustentabilidade. A Lógica fuzzy, redes neurais e algoritmos dentre outras, pertencem ao novo paradigma chamado coletivamente por sistemas inteligentes. Embora as estratégias de controle inteligente possam ser implementadas por outros meios, as implementações por lógica fuzzy frequentemente se tornam muito mais eficientes, devido aos seguintes pontos: (1) estratégias de controle fuzzy nascem da experiência e de experimentos, em vez de modelos matemáticos: uma implementação linguística é muito mais rápida e efetiva de se implementar. (2) Estratégias de lógica fuzzy implementadas em sistemas produtivos devem ser de baixo custo. Comparadas com soluções convencionais de controle, a lógica fuzzy é frequentemente mais eficiente, ao se comparar a codificação e o tempo computacional em execução.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é integrar os dados de concentração de agrotóxicos e fertilizantes minerais com as previsões de seu impacto na atividade bioquímica do solo. A partir da matemática Fuzzy desenvolver um sistema para integrar tais parâmetros para identificar estratégias mais adequadas e viáveis de biorremediação em solos agrícolas e formas eficiente e acessíveis de seu controle e ajuste.

MATERIAIS E MÉTODOS

A. Simuladores para atenuação natural do solo: metais e agrotóxicos. O software pH-Redox-Equilibrium (PHREEQC) para modelagem e simulação da dinâmica das águas subterrâneas e superficiais e a interação hidrogeoquímica com a fração mineral e organo-mineral do solo. O PHREEQC tem a capacidade de simular reações químicas e processos de transporte no laboratório ou no ambiente. COPASI (simulador do sistema bioquímico). é uma aplicação de software para simulação e análise de redes bioquímicas e sua dinâmica. PHREEQC foi usado para simular a distribuição de espécies aplicadas na fertilização do solo para apoiar a previsão da interação dessas espécies com pesticidas e seu potencial para a contaminação da água. O COPASI foi usado para modelar a cinética das enzimas do solo. Determinação de parâmetros em amostras de solo agrícola O solo foi coletado em áreas de intensa agricultura na Bacia do Rio Dois Rios, no município de Nova Friburgo (RJ, Brasil). As amostras foram submetidas a determinações de metais e agrotóxicos e à cinética das enzimas presentes. As determinações dos metais foram realizadas em espectrofotometria de emissão atômica. Análises de pesticidas foram realizadas utilizando biossensores específicos, cujos parâmetros analíticos foram validados por HPLC-UV-F. Os ensaios de cinética enzimática foram realizados utilizando técnicas espectrométricas (absorbância molecular e fluorescência).

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os teores de agrotóxicos nos solos agrícolas da região foram a referência para os ensaios de cinética enzimática e as simulações e previsões de suas atividades em cenários de contaminação para potencializar os processos de atenuação natural desses contaminantes nos solos. Ensaios experimentais in vitro, in situ e computacionais de predição de modelos obtiveram valores semelhantes e elevados para a atividade enzimática do solo. O modelo gerado identifica as condições específicas para atividades enzimáticas mais eficientes nos processos de degradação de agroquímicos simultaneamente por condições de toxicidade de metais / agrotóxicos. O sistema computacional em teste, baseado em fuzzy, permitiu o controle do conjunto de parâmetros visando os processos de atenuação natural de agrotóxicos em solos.

CONCLUSÃO

Os resultados experimentais confirmaram a acurácia das simulações demonstrando a utilidade de tais simuladores e a definição de protocolos de validação para o contexto deste estudo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bergmann F. *et al.* (2017). Review COPASI and its applications in biotechnology. *Journal of Biotechnology* 261 215–220.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPERJ-Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e da CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.