

PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO WEB PARA ANÁLISE DO MANEJO DE ADUBAÇÃO EM PLANTAS DE LAVOURA SUBMETIDAS AO SISTEMA AGROBIOLÓGICO

LUCAS ANTUNES DA ROCHA VOLFE

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ - UNOCHAPECÓ

SANDRO SILVA DE OLIVEIRA

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ - UNOCHAPECÓ

CRISTIANO RESCHKE LAJÚS

ÉTTORE GUILHERME POLETTO DIEL

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ - UNOCHAPECÓ

CAROLINE OLIAS

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ - UNOCHAPECÓ

Introdução

O crescimento da demanda global por alimentos impulsionou o uso de tecnologias agrícolas que ampliam a produtividade e reduzem impactos ambientais (ARTUZO et al., 2016). A Agricultura de Precisão (AP) surge como estratégia para decisões assertivas a partir da análise de dados temporais e espaciais, diminuindo a variabilidade das lavouras e otimizando insumos (DE OLIVEIRA, 2016; BRASIL, 2013). Estudos mostram que fatores como clima, cultura antecessora e nutrientes no solo influenciam diretamente a qualidade e o rendimento agrícola (Vitousek et al., 2009; SAHU, 2019).

Problema de Pesquisa e Objetivo

Para enfrentar esses desafios, a integração de ferramentas digitais, geoestatística e modelagem computacional tem sido explorada, permitindo interpretações mais precisas e recomendações de manejo adequadas (EMBRAPA, 2014; LANDIM, 2002). Nesse sentido, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo web para auxiliar na interpretação de análises de solo, por meio de uma interface interativa com o usuário. O sistema visa interpretar resultados químicos e orgânicos do solo, associando-os a tabelas interpretativas para sugerir doses corretivas de bioinsumos.

Fundamentação Teórica

A Agricultura de Precisão (AP) é um avanço tecnológico que aumenta a eficiência no uso de recursos e melhora a qualidade produtiva pelo manejo localizado (PIRES et al., 2004). Geoestatística e krigagem permitem interpolar dados do solo e identificar áreas críticas, reduzindo incertezas (LANDIM, 2002; VIEIRA, 2000). Bioindicadores, como microrganismos e enzimas, são estratégicos por atuarem na ciclagem de nutrientes (MENDES, 2020). A tecnologia BioAS integra variáveis biológicas e químicas em índices de qualidade do solo (EMBRAPA, 2020).

Metodologia

A pesquisa, de caráter aplicado e quantitativo, baseou-se em revisão sobre agricultura de precisão, bioindicadores, geoestatística e tecnologias web. Foram analisados manuais técnicos, como o CQFS-RS/SC (2016), para orientar recomendações. A etapa experimental acompanhou cultivos de milho e soja, com análises químicas e biológicas do solo. A modelagem utilizou UML (SOMMERVILLE, 2019). O protótipo foi desenvolvido em Django/PostgreSQL no Back-End e React no Front-End, visando apoiar produtores e técnicos.

Análise e Discussão dos Resultados

O protótipo desenvolvido apresentou telas para cadastro de usuários, propriedades, safras e registro de pontos amostrais, permitindo interpretar automaticamente indicadores químicos e biológicos do solo e gerar relatórios com diagnósticos e recomendações. Os resultados evidenciam que sistemas digitais aplicados à agricultura contribuem para o manejo sustentável e eficiente. O uso da Agricultura de Precisão reduz custos e melhora a produção, enquanto bioindicadores, como na BioAS, ampliam a análise da saúde do solo.

Considerações Finais

O trabalho resultou em um protótipo web inovador para interpretar análises de solo e recomendar adubação em sistemas agrícolas. Os resultados mostraram que integrar indicadores químicos, biológicos e ferramentas computacionais favorece decisões mais precisas, redução de custos e sustentabilidade. A proposta cumpriu seus objetivos, oferecendo sistema funcional e adaptável para apoiar agricultores e técnicos. Futuramente, pode incluir interpolação, relatórios avançados e integração com sensores.

Referências

ARTUZO, F. D.; SOARES, C.; WEISS, C. R. Inovação de processo: O impacto ambiental e econômico da adoção da agricultura de precisão. *ESPACIOS*, v.38, n.2, p. 6-17, 2016. BRASIL. Agricultura de precisão. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, p. 36, ed. 3, 2013. BRITO, R. S. et al. Rochagem Na Agricultura: Importância E Vantagens Para Adubação Suplementar. *AJEBTT*, Rio Branco, UFAC v.6, n.1, p. 528-540, 2019. CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2016) Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Viçosa, Sociedade Br

Palavras Chave

agricultura de precisão, adubação, tecnologia web

PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO WEB PARA ANÁLISE DO MANEJO DE ADUBAÇÃO EM PLANTAS DE LAVOURA SUBMETIDAS AO SISTEMA AGROBIOLÓGICO

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda global por alimentos impulsionou a adoção de novas tecnologias agrícolas capazes de maximizar a produtividade e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais (ARTUZO et al., 2016).

Nesse cenário, a Agricultura de Precisão (AP) surge como uma estratégia que possibilita a tomada de decisões mais assertivas a partir da análise de dados temporais e espaciais, visando mitigar a variabilidade das lavouras e otimizar a aplicação de insumos (DE OLIVEIRA, 2016; BRASIL, 2013).

Estudos apontam que fatores como clima, cultura antecessora e disponibilidade de nutrientes no solo afetam diretamente a qualidade e o rendimento da produção agrícola (Vitousek et al., 2009; SAHU, 2019).

Para enfrentar tais desafios, a integração de ferramentas digitais, geoestatística e modelagem computacional tem sido amplamente explorada, possibilitando interpretações mais precisas e recomendações de manejo adequadas (EMBRAPA, 2014; LANDIM, 2002).

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo web para auxiliar na interpretação de análises de solo, com uma interface Web para a interação com o usuário. A interface da ferramenta fornece recursos para acompanhar o processo de gerenciamento da propriedade e seus cultivos.

Assim, tendo como objetivo desenvolver um protótipo web para interpretar resultados de análises químicas e orgânicas de solo associando a tabelas interpretativas para sugerir doses corretivas de bioinsumos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A agricultura de precisão (AP) tem se consolidado como um dos principais avanços tecnológicos no setor agrícola, permitindo maior eficiência no uso de recursos e melhoria da qualidade produtiva por meio do monitoramento e manejo localizado (PIRES et al., 2004). O uso de geoestatística e técnicas como a krigagem tem possibilitado a interpolação de dados de solo e a identificação de áreas críticas de manejo, reduzindo incertezas no processo produtivo (LANDIM, 2002; VIEIRA, 2000).

Nesse contexto, a análise de bioindicadores do solo torna-se uma ferramenta estratégica, já que microrganismos e enzimas estão diretamente ligados à ciclagem de nutrientes e à sustentabilidade do sistema agrícola (MENDES, 2020). Tecnologias como a BioAS, desenvolvida pela Embrapa, reforçam essa importância ao integrar variáveis biológicas e químicas em índices de qualidade do solo (EMBRAPA, 2020).

Além disso, a correta recomendação de calagem e adubação, baseada em manuais técnicos e tabelas regionais, é essencial para equilibrar nutrientes, evitar a degradação do solo e promover maior produtividade (CQFS-RS/SC, 2016). Para viabilizar tais práticas de forma acessível, a integração com tecnologias digitais como aplicações web, bancos de dados relacionais e interfaces responsivas, amplia as possibilidades de gestão eficiente e sustentável, unindo os conhecimentos da agronomia à ciência da computação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida como um estudo aplicado de caráter quantitativo e explicativo, fundamentado em uma ampla revisão bibliográfica sobre agricultura de precisão, bioindicadores do solo, geoestatística e tecnologias de desenvolvimento web. Foram analisados trabalhos acadêmicos, manuais técnicos e diretrizes de adubação e calagem, especialmente o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016), que orientou a parametrização das recomendações de fertilização no protótipo.

A etapa experimental consistiu no acompanhamento de cultivos de milho e soja, com coleta e análise de indicadores químicos e biológicos do solo, correlacionados com tabelas interpretativas (PRIEBE et al., 2018; SEGATTO, 2020). Posteriormente, foi realizada a modelagem computacional do sistema, utilizando princípios da Engenharia de Software e da Linguagem de Modelagem Unificada (UML) para definição de diagramas de caso de uso, classes e atividades (SOMMERVILLE, 2019).

O desenvolvimento técnico foi estruturado em duas camadas:

- Back-End, implementado em Python com o framework Django, utilizando banco de dados PostgreSQL e recursos de Object Relational Mapper (ORM) para o gerenciamento dos dados.
- Front-End, desenvolvido em React, garantindo responsividade e adaptação a diferentes dispositivos (LOUDON, 2010).

Dessa forma, a metodologia contemplou desde a coleta e interpretação de dados do solo até a implementação computacional do protótipo, visando fornecer uma ferramenta acessível e eficiente para produtores e técnicos.

4 RESULTADOS

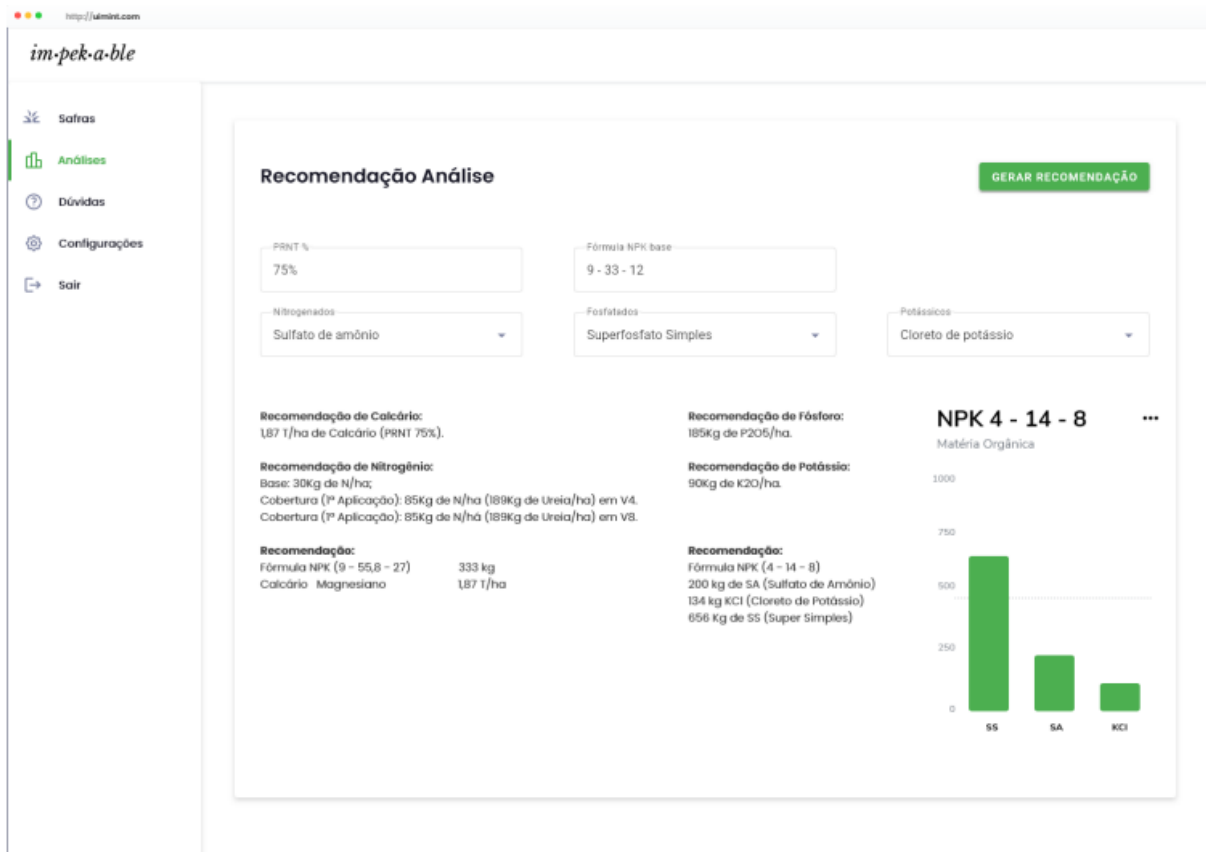
O protótipo desenvolvido apresentou telas funcionais para cadastro de usuários, propriedades e safras, além do registro de pontos amostrais e resultados laboratoriais. A aplicação permitiu a interpretação automática dos indicadores químicos e biológicos do solo, exibindo relatórios com diagnósticos nutricionais e recomendações de correção.

Entre as funcionalidades destacam-se:

- Classificação de nutrientes como fósforo, potássio, nitrogênio e argila, com base em tabelas regionais;
- Geração automática de recomendações de calagem e adubação, considerando diferentes cenários de manejo;
- Histórico de cultivos, possibilitando ao produtor acompanhar a evolução do solo ao longo do tempo;
- Interface responsiva, permitindo acesso tanto por computadores quanto por dispositivos móveis.

A Figura 1 representa a tela de recomendações para correção do solo após avaliar os valores cadastrados de uma análise.

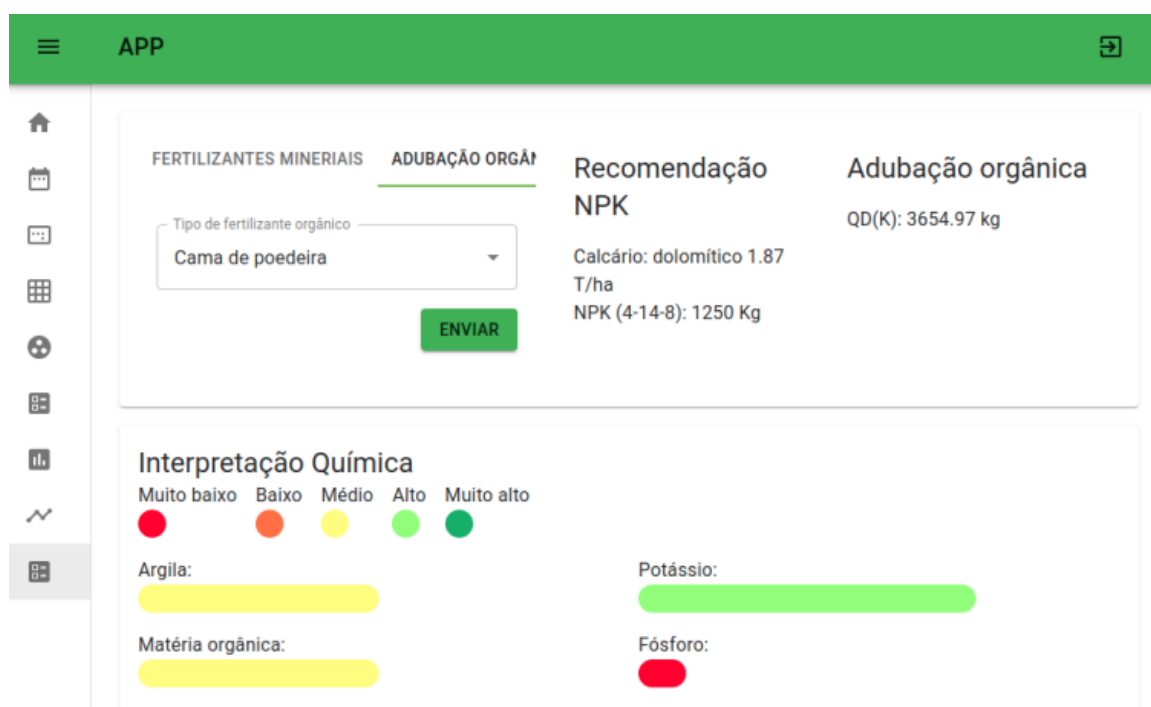
Figura 1 - Tela de recomendações para correção do solo



Fonte: autores.

A Figura 2 mostra como é apresentada a interpretação e feito a sugestão da dose corretiva do solo.

Figura 2 - Tela de recomendação



Fonte: autores.

A integração entre os módulos de Back-End e Front-End garantiu agilidade na inserção e interpretação de dados. Testes preliminares com dados simulados demonstraram que a aplicação é capaz de reduzir erros de interpretação, agilizar a recomendação de insumos e promover maior eficiência no uso de fertilizantes.

5 DISCUSSÕES

Os resultados obtidos demonstram que o uso de sistemas digitais aplicados à agricultura, como o protótipo proposto, pode contribuir significativamente para o manejo sustentável e eficiente do solo. O emprego de ferramentas de Agricultura de Precisão já é reconhecido como fundamental para reduzir custos e melhorar a qualidade da produção (PIRES et al., 2004; SAHU, 2019). Além disso, a adoção de bioindicadores e análises biológicas complementares, como as sugeridas pela metodologia BioAS da Embrapa, amplia a compreensão da saúde do solo e sua resiliência (MENDES, 2020; EMBRAPA, 2020).

Outro ponto relevante é a utilização da geoestatística e de métodos como a krigagem, que permitem extrapolar informações para áreas não amostradas, aumentando a confiabilidade das recomendações (LANDIM, 2002; VIEIRA, 2000). Quando associadas a plataformas computacionais, essas técnicas possibilitam ao produtor otimizar recursos e diminuir impactos ambientais, conforme ressaltado por Gomes et al. (2008) e Brito et al. (2019), ao discutir o uso racional de fertilizantes e alternativas como a rochagem.

O desenvolvimento do protótipo também evidencia a importância de integrar conceitos de ciência da computação à agronomia, uma vez que linguagens e frameworks como Django e React proporcionam escalabilidade e acessibilidade à solução (SOMMERVILLE, 2019; LOUDON, 2010). Assim, a discussão aponta para a relevância da interdisciplinaridade como elemento central para avanços em tecnologias agrícolas digitais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho possibilitou o desenvolvimento de um protótipo de aplicação web inovador para interpretação de análises de solo e recomendação de adubação em sistemas agrícolas. Os resultados demonstraram que a integração entre indicadores químicos, biológicos e ferramentas computacionais contribui para decisões mais precisas, redução de custos e sustentabilidade no manejo do solo.

Conclui-se que a proposta atendeu aos objetivos estabelecidos, oferecendo um sistema funcional e adaptável, com potencial para auxiliar agricultores e técnicos em diferentes contextos produtivos. Trabalhos futuros poderão incluir módulos de interpolação estatística, relatórios avançados e integração com sensores de campo, ampliando ainda mais a aplicabilidade da ferramenta.

REFERÊNCIAS

ARTUZO, F. D.; SOARES, C.; WEISS, C. R. Inovação de processo: O impacto ambiental e econômico da adoção da agricultura de precisão. **ESPACIOS**, v.38, n.2, p. 6-17, 2016.

BRASIL. Agricultura de precisão. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília**, p. 36, ed. 3, 2013.

BRITO, R. S. et al. Rochagem Na Agricultura: Importância E Vantagens Para Adubação Suplementar. **AJEBTT**, Rio Branco, UFAC v.6, n.1, p. 528-540, 2019.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2016) Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 376p.

DE OLIVEIRA, R. P. Apoio à Decisão na Adoção da Agricultura de Precisão: A Tecnologia da Informação em Apoio ao Conhecimento Agrônomo. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 89-109, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

EMBRAPA, BioAS – Tecnologia de Bioanálise de Solo como a mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola. 2020.

EMBRAPA. Geotecnologias e Geoinformação: O produtor pergunta, a Embrapa responde. **EMBRAPA**, Brasília, DF, p.254 2014.

GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C.; TOLEDO, L. G. Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ISSN 1516-4691 Novembro, 2008.

LANDIM, P.M.B, STURARO, J.R. Krigagem Indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos. **Geomatemática**, Texto Didático 6, DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, 2002.

LOUDON, K. Desenvolvimento de grandes aplicações Web. **Novatec Editora**, Sebastopol, Calif O'Reilly, 2010.

MENDES, I. C. et al. Rotação de culturas, bioindicadores e saúde do solo. **Silva, PA, Oliveira, LC, Org**, p. 102-110, 2020.

PIRES, J. L.F. Discutindo Agricultura De Precisão – Aspectos Gerais. **Embrapa**, Passo Fundo, v. 42, p. 21, dez. 2004.

PRIEBE, H. A. et al. Modelagem para recomendação de calagem e adubação para as principais regiões produtoras de grãos do Brasil na linguagem SQL. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.40, p. 131-139, 2018.SAHU, D. Precision agriculture technologies. 2019.

SEGATTO, Thalia Aparecida et al. Caracterização de atributos de qualidade do solo e recomendação de calagem e adubação para sistemas de cultivo com inclusão de soja. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 1, p. 225-231, 2020.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. ed 10. Editora Pearson, 2019.

VIEIRA, S. R. Geoestatística Aplicada à Agricultura De Precisão. **Agricultura de Precisão**, Viçosa, p. 94-108, jun. 2000.

VITOUSEK, P. M. et al. Nutrient Imbalances in Agricultural Development. **SCIENCE**, v. 324, p. 1519-1520, jun. 2009.