



APLICAÇÃO MOBILE PARA AUXILIAR NA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM DE SOLO PARA O ESTADO DO PARÁ, BRASIL

Ingrid Gisele Resco Oliveira¹, Sarah Letícia de Oliveira Silva², Valéria Resco da Silva³, Manoel Tavares de Paula⁴, Carlos Benedito Barreiros Gutierrez⁵

¹Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade do Estado do Pará, Castanhal, PA – Brasil.

²Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade do Estado do Pará, Castanhal, PA – Brasil³ Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade do Estado do Pará, Castanhal, PA – Brasil.

⁴Professor, Doutor em Agroecossistemas da Amazônia, Universidade do Estado do Pará, PA, Brasil

⁵Professor, Mestre em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Pará, PA, Brasil. cbbgutierrez@gmail.com

Recebido em: 02/06/2019 – Aprovado em: 15/06/2019 – Publicado em: 22/07/2019
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2019a4

RESUMO

Para obter solos melhores para os cultivos, é habitual se fazer aplicação de corretivos no solo. A calagem do solo é um processo para neutralizar a acidez do solo. Estudos evidenciam que a calagem de solos propicia melhores produtividades das culturas. Este estudo teve como objetivo desenvolver o aplicativo iSolo para Smartphones, na plataforma Android, para fornecer recomendações de calagem a partir da inserção de parâmetros químicos que agricultores e profissionais da área de análise de solo realizam em campo. Os testes no iSolo evidenciaram que o aplicativo faz a recomendação de calagem correta a partir de dados de análises inseridos como parâmetros de cálculos no software, por meio de dois métodos, o método da saturação por bases e o método do alumínio trocável, inferindo-se assim que o objetivo proposto pelo estudo foi atingido plenamente.

PALAVRAS-CHAVE: Amostragem de Solo; Aplicativo para Smartphone; Calagem do Solo.

MOBILE APPLICATION TO ASSIST IN THE RECOMMENDATION OF SOIL LIMING TO THE STATE OF PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT

To obtain better soils for crops, it's common to apply soil improvers. Soil liming is a process to neutralize soil acidity. Studies show that soil liming leads to better yields of crops. This study aimed to develop the app iSolo for Smartphones on the Android platform, to provide liming recommendations from the insertion of chemical parameters that farmers and professionals in the area of soil analysis perform in the field. The tests in the iSolo showed that the application makes the recommendation

of correct liming from analysis data inserted as parameters of calculations in the software, using two methods, the base saturation method and the exchangeable aluminum method, inferring, so the goal proposed by the study was fully achieved.

KEYWORDS: Soil Sampling; Smartphone Application; Soil Liming.

INTRODUÇÃO

De acordo com Araújo e Monteiro (2007), o solo é um sistema natural vivaz e ativo, que dosa a produção de alimentos e fibras e o balanço global do ecossistema, além de auxiliar o desenvolvimento vegetal, através da disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio para as raízes. Neste contexto, é possível afirmar que o solo é um recurso natural indispensável ao ser humano.

A partir do solo, é possível produzir uma infinidade de produtos alimentícios, que são comercializados e servem de subsistência para a sociedade, além de representar fonte de renda para muitos trabalhadores. Conforme Mendes et al. (2015), o maior desafio para a agricultura do século 21 consiste em aumentar a produção de alimentos baratos e saudáveis, com lucratividade e a um baixo custo ambiental e social.

Para Muniz et al. (2018), os nutrientes encontrados no solo são fundamentais para o desenvolvimento dos vegetais, com isso afirma-se que sem as devidas precauções, a plantação corre o risco de não se desenvolver devido à falta de nutrientes e, desta forma, a produção pode chegar na mesa do consumidor com baixa qualidade. De acordo com Freitas et al. (2017) modificações químicas e físicas do solo, causadas pelo cultivo contínuo, pode fornecer subsídios para a adoção de práticas de manejo que permitam incrementar o rendimento das culturas, garantindo a contínua sustentabilidade e conservação dos ecossistemas.

A importância da qualidade de solo (QS) vem sendo alvo de inúmeras análises de definições ao longo dos anos. Karlen (1997), concluiu que qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens.

De Souza et al. (2019), corrobora explicando que a região amazônica apresenta como peculiaridade a predominância de solos considerados ácidos. As elevadas taxas pluviométricas e elevadas temperaturas são fatores físicos que causaram a lixiviação de elementos alcalinos responsáveis pelas características básicas e transporte de elementos como ferro, alumínio, manganês e sílicos que são responsáveis pelas características ácidas dos solos da Amazônia (GUTIERREZ et al., 2016).

O campo de estudo da Agronomia dispõe de técnicas efetivas para detecção de quais composições químicas estão presentes no solo. Uma destas técnicas possui como nome "Amostragem de Solo". Conforme Cantarutti et al., (1999), pode-se definir amostragem do solo como: a primeira e principal etapa de um programa de avaliação da fertilidade do solo, pois é com base na análise química da amostra do solo que se realiza a interpretação e que são definidas as doses de corretivos e de adubos.

A aplicação de corretivos no solo, chamada de calagem, que é o processo que consiste em incorporar cálcio e magnésio para neutralizar a acidez do solo, isto é, para que o pH atinja o nível ideal para desenvolvimento normal das plantas. Em decorrência da elevada acidez e da baixa fertilidade natural dos solos da Amazônia,

principalmente, no Estado do Pará, e também aos benefícios que o uso do calcário promove, fica evidente que a calagem de solos propicia melhores produtividades das culturas, permitindo, assim, a exploração continuada dos solos (CRAVO et al., 2007).

O procedimento de interpretação das análises é executado por meio de cálculos, e conforme elucidada Silva et al.(2018), esse método fundamenta-se na relação existente entre o pH e a saturação por bases. Guarçoni (2016), corrobora explicando que “caso não sejam aplicadas quantidades suficientes de corretivos e fertilizantes ao solo, a obtenção de baixas produtividades é uma consequência mais do que óbvia”, dessa forma, pode-se perceber que não deve haver erros na execução do método.

Neste contexto, surge o seguinte questionamento: “como obter dados rápidos e precisos para recomendação de calagem do solo para regiões que irão passar por um processo de plantio em larga escala?”. Faz-se essencial ter em mãos uma tecnologia que auxiliaria na obtenção dos resultados desejados. De acordo com Ferreira e Ferreira (2018), a escolha das ferramentas computacionais impacta o tipo e a qualidade das conclusões obtidas e a facilidade de execução da tarefa.

Através da Agrotecnologia, é possível notar como a tecnologia trouxe mudanças benéficas para esta área de estudo. A exemplo do exposto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) criou o SpecSolo, uma ferramenta tecnológica voltada para análise de solo que usa técnicas de Big Data e Inteligência Artificial. Segundo a EMBRAPA (2018), o SpecSolo analisa amostras de solo de forma não destrutiva, rápida e econômica, apresentando uma solução para facilitar a elaboração de recomendações de fertilização e correção do solo.

Amostragem de Solo

Para que seja possível alcançar a determinância da saúde que um solo possui, é necessário realizar um procedimento denominado Amostragem de Solo. A principal funcionalidade da amostragem de solo é “determinar a suficiência ou deficiência dos teores de nutrientes no solo e o excesso de elementos tóxicos às plantas” (BORGES; BRASIL, 2014).

Conforme Cardoso et al. (2009), a etapa de amostragem de solo é dividida em quatro fases. A primeira fase é a coleta do volume, a amostra do solo, esta atividade é feita no local definido para a amostragem. Após a coleta, inicia-se a segunda fase, onde através da amostra é feita a análise química de solo para que as propriedades químicas existentes naquele domínio de terra sejam identificadas. Como resultado, decorre o começo da terceira fase, na qual obtém-se a conclusão dos elementos químicos presentes no solo, a partir disso a interpretação da análise pode ser realizada.

Por conseguinte, através dos dados obtidos na análise química, os cálculos de correção de acidez no solo são feitos. A partir desse ponto, dá-se início a quarta fase, quando o Engenheiro Agrônomo poderá orientar, e indicar a dosagem correta de calcário e de fertilizantes para corrigir a fertilidade de seu solo e atingir um nível de produtividade desejada.

Este estudo tem como objetivo desenvolver o aplicativo iSolo, o qual se propõe a recomendação de calagem. Almeja-se que o aplicativo possa servir como ferramenta de apoio aos engenheiros agrônomos, profissionais da área e produtores rurais, na execução dos cálculos necessários para obtenção de recomendações de

calagem de solos, desfrutando de mobilidade, rapidez, eficiência e mitigação de erros nos cálculos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolver o aplicativo iSolo, objetivo deste estudo, foram utilizadas algumas ferramentas tecnológicas e linguagens de programação, as estão descritas a seguir:

Ferramentas e Linguagem de Programação

A ferramenta Phonegap, na versão 8.0.0, foi utilizada para desenvolver da interface da aplicação. Montan e Santos (2017), esclarecem que esta é uma ferramenta de código aberto e gratuito, sendo a mais conhecida no cenário de desenvolvimento móvel. A ferramenta possibilita o desenvolvimento das aplicações utilizando linguagens web (HTML, CSS e JavaScript).

A Ferramenta Astah Community também foi utilizada para elaboração de alguns diagramas da definição prévia do aplicativo iSolo. A ferramenta é gratuita para desenvolvimento de diagramas UML, necessários para modelagem de softwares (SILVA et al., 2018).

Também se fez uso do jQuery, na versão 3.3.1, o qual é uma biblioteca JavaScript rápida, pequena e rica em recursos. Ele torna tarefas como passagem e manipulação de documentos HTML, manipulação de eventos, animação e Ajax muito mais simples, com uma API fácil de usar e funcional em vários navegadores. Para utilizar esta ferramenta, faz se necessário ter pré-instalado na máquina o *Node.js* 8.12.0 LTS, que é uma plataforma de desenvolvimento de aplicações *server-side* com base em rede, o qual utiliza *JavaScript*.

Utilizou-se também o CSS (Cascading Style Sheets), uma linguagem de folhas de estilos que tem a função de definir como os documentos escritos na linguagem HTML devem ser apresentados em termos de formatação e layout. A linguagem CSS é utilizada para a formatação de conteúdos estruturados (FERNANDES et al., 2016).

Editores de Texto

O *Visual Studio Code*, na versão 1.27.2, foi escolhido como ambiente de desenvolvimento, pois proporciona fluidez no desenvolvimento do código, boa interface e facilidade na criação do aplicativo.

Cálculos

Para sugerir a calagem e corrigir a acidez do solo, foram utilizados cálculos que determinam o nível de acidez e a dose necessária para a neutralização do solo. Assim, o aplicativo desenvolvido neste estudo recebe os parâmetros da análise química obtida a partir da amostra do solo e faz os cálculos necessários para sugerir a calagem.

Para o cálculo da necessidade de calcário em solos podem ser aplicados dois métodos: 1) Método da Saturação por Bases e 2) Método do Alumínio Trocável. Seguem as fórmulas e as respectivas recomendações de calagem.

Método Saturação por Bases

Este método se baseia na utilização de calcário para elevar o pH até uma faixa de valores pré-fixada. O método da saturação por bases é baseado na

correlação entre o pH e a saturação por bases (RAIJ e SACCHETTO, 1968; SOUSA et al., 1989). Para o uso deste método há necessidade da determinação da soma de bases (K, Ca, Mg, Na), da acidez potencial (H + Al) e da CTC.

Uma condição importante para a utilização dessa metodologia é a determinação da relação entre pH e saturação por bases, para cada região, e sua limitação é a necessidade de determinar H + Al, com acetato de cálcio, que é um processo bastante oneroso.

A necessidade de calcário por este método pode ser estimada pela fórmula:

$$NC \text{ (t/ha)} = T (V2 - V1) / 100$$

Em que:

NC = necessidade de calcário, expressa em t/ha;

CTC=T = capacidade de troca de cátions (cmol./dm³);

V1 = saturação por bases atual do solo;

V2 = saturação por bases que se pretende alcançar para a cultura a ser implantada;

V = 100 SB / T;

SB = soma de base = (Ca + Mg+ K + Na) = cmol./dm³;

Para iniciar o cálculo é necessário transformar as unidades de K e Na, de mg/dm³ para cmol./dm³, dividindo-se os valores por 390,9 e 229 respectivamente.

Método do Alumínio Trocável

O método do alumínio trocável e da elevação dos teores de cálcio e magnésio objetiva a neutralização do alumínio trocável. Esse método utiliza a neutralização do alumínio trocável, a elevação dos teores de cálcio e magnésio a um mínimo de 2 cmolc/dm³, sendo calculado da seguinte forma:

$$NC = 2 \times Al^3 + [2 - (Ca^2 + Mg^2)]$$

Acidez do solo e sua neutralização

Na Tabela 1 são exibidas as qualificações indicativas das condições gerais de fertilidade do solo.

TABELA 1 - Índices de acidez e neutralização do solo.

Acidez (PH)	pH (CaCl ₂)	Saturação por bases	V1(%)
Muito Alta	Até 4,3	Muito Baixa	0 – 25
Alta	4,4 – 5,0	Baixa	26 – 50
Média	5,1 – 5,5	Média	51 – 70
Baixa	5,6 – 6,0	Alta	71 - 90
Muito Baixa	> 6,0	Muito Alta	> 90

Fonte: Raj (1996).

Conforme Tabela 1, tanto a acidez quanto a saturação por bases, ambas podem ser qualificadas numa escala de Likert que varia de Muito Baixa a Muito Alta, de acordo com os valores correspondentes obtidos nos cálculos de índice de acidez e neutralização do solo.

Requisitos do Sistema

Para o desenvolvimento do aplicativo que tem o intuito de auxiliar agricultores e técnicos da área do estudo de solo para realizar a interpretação de análise, foram definidos os requisitos e funcionalidades necessários para o funcionamento da ferramenta.

Conforme Sommerville (2011), os requisitos podem ser definidos como as funcionalidades que o sistema oferece, a forma como ele deve reagir mediante as situações e também o que o sistema não deve permitir ou fazer.

Requisitos Funcionais

Abaixo é apresentado o Quadro 1, referente aos requisitos funcionais do sistema, listando todas as suas funcionalidades.

QUADRO 1 - Requisitos Funcionais.

<p>RF1 - O sistema permitirá que o usuário realize cálculo de recomendação de calagem. RF2 - O sistema exibirá a recomendação de calagem necessária.</p>
--

Fonte: Autores (2019).

Diagrama UML

A UML (Unified Modeling Language) ou Linguagem de Modelagem Unificada é atualmente a linguagem-padrão de modelagem adotada internacionalmente pela indústria de engenharia de software. Na Figura 1 é apresentado o diagrama de casos de uso do sistema, do ator usuário, o qual exemplifica as funcionalidades do aplicativo.

Os casos de uso “identificam as interações individuais entre o sistema e seus usuários ou outros sistemas. Cada caso de uso deve ser documentado com uma descrição textual” (SOMMERVILLE, 2011), o primeiro é referente aos cálculos que o usuário pode efetuar para a obtenção dos resultados que está descrito no segundo caso de uso, assim conseguindo visualizar os valores referentes a recomendação de calagem, como exposto no terceiro caso de uso.

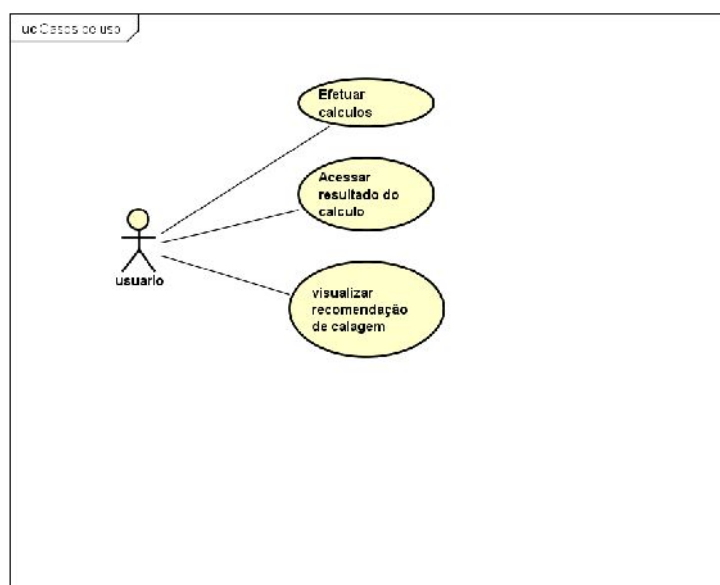


FIGURA 1. Diagrama de casos de uso do sistema, ator usuário.

Fonte: Autores (2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado deste estudo, foi desenvolvido o aplicativo iSolo, o qual faz a recomendação de calagem para um solo a partir de dados das análises que são inseridas como parâmetros de cálculos no software, nele é possível realizar dois métodos, sendo eles: Método da Saturação por Bases e Método do Alumínio Trocável. O aplicativo também possui instruções de como fazer um bom uso desde e uma tela de sobre que apresenta o contato dos desenvolvedores.

Aplicativo Final

Na tela principal (figura 2) o usuário poderá selecionar o método do cálculo que deseja realizar. Para obter a recomendação de calagem, o usuário pode selecionar um dos dois métodos. O primeiro é o método de Saturação por bases e o segundo o método do Alumínio Trocável que oferta ao usuário facilidade para realizar seu cálculo. Nessa tela o usuário também tem a possibilidade de acessar o menu do aplicativo, através do botão circular com três barras horizontais. Vale ressaltar que o aplicativo possui interface simples e sua funcionalidade de cálculo facilita o trabalho dos profissionais da área de solo e os agricultores.

A figura 3 apresenta o método por saturação. Nesta tela o usuário irá inserir os dados da análise de solo, que foram obtidos através da análise química feita no laboratório ou em campo, os quais servirão como parâmetros para efetuar o cálculo referente ao método de saturação por bases, assim o usuário agilizará o processo sem a necessidade de partir para meios manuais.

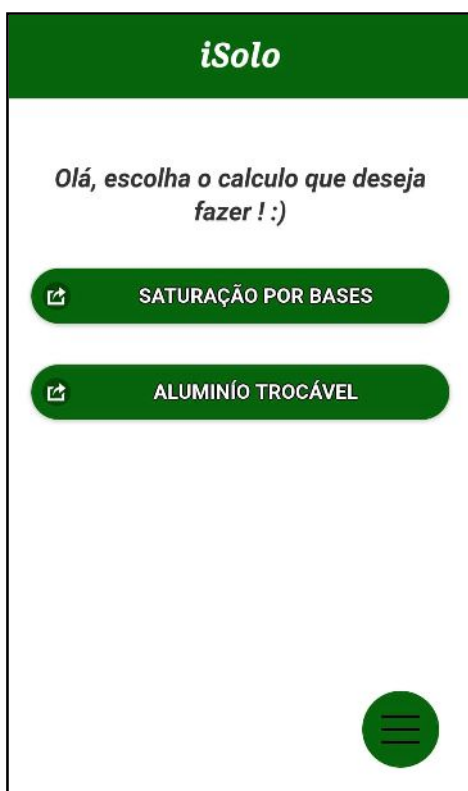


FIGURA 2. Tela Principal.
Fonte: Autores (2019)

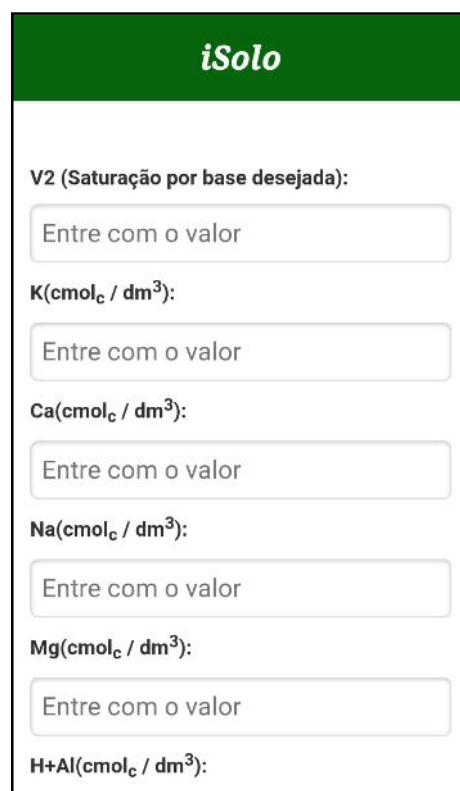
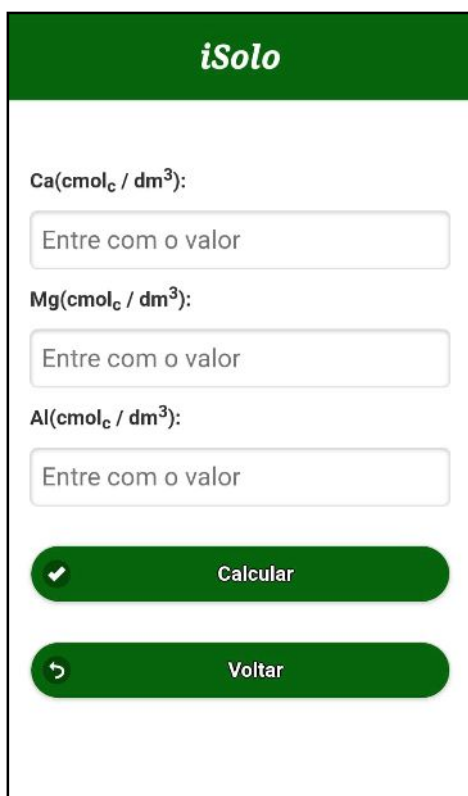


FIGURA 3. Método Saturação
Fonte: Autores (2019)

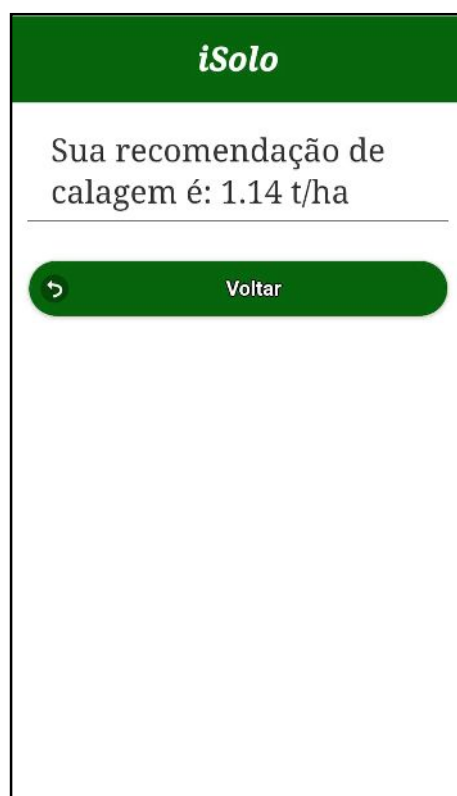
A Figura 4 apresenta a tela onde o usuário irá inserir os dados da análise de solo que servirão como parâmetros para fazer o cálculo referente ao método de alumínio trocável de forma rápida e prática, pois o aplicativo funciona como uma “calculadora”.

Na Figura 5 é mostrada a tela onde serão exibidos os resultados da recomendação de calagem ao usuário, utilizando um dos dois métodos disponíveis. Dessa forma o usuário saberá se o solo está propício para plantio ou se há necessidade de neutralizar.



The screenshot shows the 'iSolo' app interface for entering soil analysis data. It features a green header with the app name. Below the header, there are three input fields for calcium (Ca), magnesium (Mg), and aluminum (Al) concentrations, each labeled with its chemical symbol and units (cmol_c / dm³). Each field contains the placeholder text 'Entre com o valor'. At the bottom, there are two green buttons: one with a checkmark icon labeled 'Calcular' and another with a back arrow icon labeled 'Voltar'.

FIGURA 4. Método do Alumínio Trocável.
Fonte: Autores (2019)



The screenshot shows the 'iSolo' app interface displaying the result of a soil analysis. It features a green header with the app name. Below the header, the text reads 'Sua recomendação de calagem é: 1.14 t/ha'. A horizontal line separates this text from a green button with a back arrow icon labeled 'Voltar'.

FIGURA 5. Tela de Resultado.
Fonte: Autores (2019)

A figura 6 exibe o menu do aplicativo, onde o usuário pode encontrar o sobre, as instruções de uso do aplicativo para que possa ter uma boa experiência, ao utilizar o aplicativo. Conforme o selecionado, ele será redirecionado para a tela de aplicação.

Na figura 7 vê-se a tela de sobre do aplicativo, onde são exibidas informações referentes ao aplicativo, como por exemplo, o nome e o e-mail de contato dos colaboradores e desenvolvedores do aplicativo iSolo para a sugestão de melhorias e contato.

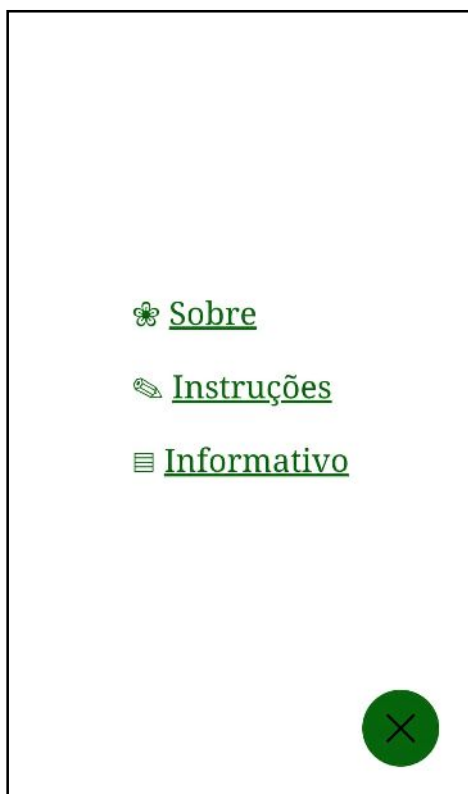


FIGURA 6. Tela de Menu.
Fonte: Autores (2019)



FIGURA 7. Tela de Sobre.
Fonte: Autores (2019)

Na figura 8 é exposta a tela de instruções, o qual auxilia o usuário na operacionalização, bem como apresenta uma breve descrição da finalidade do aplicativo. Na figura 9 é mostrado os informativos em forma de tabela sobre as condições de fertilidade do solo. Observa-se que as escalas de qualificações variam de Muito Baixa a Muito Alta em função da variação dos valores de pH e V1.

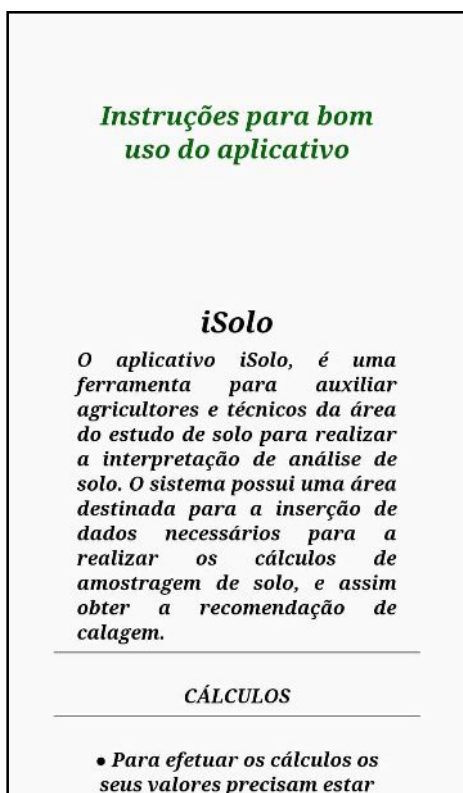


FIGURA 8. Tela de Instruções.
Fonte: Autores (2019)



FIGURA 9. Tela de Informativos.
Fonte: Autores (2019)

Estudos Correlatos

Correlacionando estes estudos com outros, os autores Nascimento et al., (2015), desenvolveram um aplicativo móvel para recomendação de adubação e calagem para produção de mandioca no Amazonas, o qual tem como público alvo agricultores em geral e qualquer técnico especialista, pois eles objetivam que o aplicativo também vá para os laboratórios que realizam a análise química, dessa forma auxiliando na geração de recomendação, como citado por eles, para a correção de solo.

Similar ao aplicativo iSolo, desenvolvido por este estudo, esta ferramenta também apresenta tela interativa com o usuário onde são inseridos os dados da análise química, assim como uma tela que exhibe os resultados da recomendação para a adubação do solo, e por fim, outra tela onde é exposto o resultado geral da análise do solo. Ressalta-se que o aplicativo de Nascimento et al., (2015) é voltado apenas para produção de mandioca no Amazonas, ao passo que o iSolo pode ser utilizado para qualquer tipo de plantio.

Conforme Gross (2019), a EMBRAPA criou um aplicativo chamado Nutrisolo, lançado em abril de 2018. Ele auxilia na interpretação de análise de solo sem o uso de internet, desta forma, o agricultor recebe a recomendação de adubos necessários para plantações específicas como: abacaxi, banana, citros e mandioca. O iSolo também possui esta vantagem, de ser utilizado *offline*. O autor explica que o aplicativo não está voltado apenas para a falta de nutrientes, mas também para o excesso. O software é gratuito e está disponível para a plataforma Android e na *playStore*.

A aplicação iSolo também conta com dois métodos para realizar os cálculos de recomendação de calagem e uma interface simples com o usuário. O iSolo também está disponível para plataforma Android, mas ainda está indisponível na *playStore*. O desenvolvimento do aplicativo iSolo, estendeu-se por dois semestres e é fruto de um trabalho de conclusão do curso de tecnologia, análise e desenvolvimento de sistemas da Universidade do Estado do Pará. Houve apoio técnico de três alunas que atuaram como programadoras e escritoras, um professor da área de tecnologia que fez o projeto e análise do sistema, além de atuar como orientador, e por fim, um professor doutor em agroecossistemas, com conhecimento técnico sobre solos. Todos que colaboraram no desenvolvimento são também autores deste artigo. Almeja-se que num futuro breve o iSolo seja liberado para uso público na plataforma da Google. Para futuros trabalhos, estes autores pretendem fazer um novo estudo em campo, com engenheiros e técnicos da área utilizando e avaliando o iSolo. Somente após este segundo estudo e ajustes de melhorias no aplicativo o iSolo deverá ser disponibilizado na *playStore*.

CONCLUSÕES

Os testes preliminares no iSolo evidenciaram que o aplicativo faz a recomendação de calagem correta a partir de dados de análises que foram inseridos como parâmetros de cálculos no software. Os dois métodos, tanto o método da saturação por bases quanto o método do alumínio trocável foram testados e apresentaram resultados considerados aceitáveis, inferindo-se assim que o objetivo proposto pelo estudo foi atingido plenamente. Com base no que foi apresentado durante este estudo, denota-se que a ferramenta iSolo almeja ser um auxiliador na análise de solo tornando a tecnologia um instrumento que venha somar nas atividades dos agricultores, visando a melhoria dos cultivos. Observa-se também a necessidade de aplicar a ferramenta em um ambiente não controlado para assim coletar dados de funcionamento e a partir desses dados, buscar melhorias da aplicação. Logo é notável o crescente aumento do desenvolvimento de aplicativos móveis na área de agronomia se dá pela praticidade e facilidade no acesso às informações como recomendações de adubação e calagem, que se tem em vista que o aplicativo iSolo seja capaz de fornecê-las.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.66-75, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6684/4403>>.

BORGES, A. L.; BRASIL, E.C.; Sistema de Produção de Banana para o Estado do Pará. **Sistemas de Produção Embrapa**, v.2, 2014. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1002129/1/Adubacao.pdf>>.

CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ, V.; RIBEIRO A. Amostragem do solo. *Recomendação, para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais*, p. 13–20, 1999.

CARDOSO, E. L.; FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem. **Corumbá: Embrapa Pantanal**, v.1, n.1,

p.1-5, 2009. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 79. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/807342/1/COT79.pdf>>.

CRAVO, M. S. C.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**, 2007. ISBN: 978-85-87690-59-3.

FERNANDES, F. G; OLIVEIRA, L. C; OLIVEIRA, E, de C. Aplicação de realidade aumentada móvel para apoio à alfabetização de crianças com autismo. In anais: **V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016)**. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7063/4937>>.

FERREIRA, A. S. J.; FERREIRA, L. P. A. Análise de ferramentas de suporte tecnológico para simulação da dinâmica da cobertura e uso do solo. in anais: **9º Workshop de Computação Aplicada a Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA_CSBC 2018)**, 2018. Disponível em: <<https://portaldeconteudo.sbc.org.br/index.php/wcama/article/view/2932/2894>>

FREITAS, L.; DE OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. “Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo.”. **Revista Unimar Ciências**, v.26, n.1-2, p. 8-25, 2017. Disponível em: <<http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/511/278>>.

GOSS, F.; Embrapa Amazônia Ocidental Lança Aplicativo Nutrisolo. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33468280/embrapa-amazonia-ocidental-lanca-o-aplicativo-nutrisolo>>.

GUARÇONI, A. “Saturação por bases para o cafeeiro baseada no pH do solo e no suprimento de Ca e Mg.” **Coffee Science, Lavras**, v. 12, n. 3, p. 327 - 336, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/9123>>.

GUTIERREZ, C.B. B.; RIBEIRO, H.M. C.; MORALES, G.P.; SANTOS, L.S.; GUTIERREZ, D.M. G. ; Análise da qualidade da água no ponto de captação dos mananciais de uma capital amazônica durante o período ativo de um lixão situado no entorno. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, 2016.

KARLEN, D. L. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Science Society of America Journal**, 1997. Disponível em: <<http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/19201/16713.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

MENDES, I., SOUSA, D. M. G., REIS JUNIOR, F. B. Bioindicadores de qualidade de solo: dos laboratórios de pesquisa para o campo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.32, n.1/2, p.185-203, 2015. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/23311/13164>>.

MONTAN, J. S.; SANTOS, M. C. P. Avaliação de Plataformas Híbridas para Desenvolvimento de Aplicações para Android. **Revista Multiverso**, v.2, n.2, p.116-

125, 2017 2017. Disponível em:
<<http://periodicos.jf.ifsudestemg.edu.br/multiverso/article/view/178/76>>.

MUNIZ, Y. S., SOUSA, T. Y. O., NETO, C. B., VIEIRA, K. R. S., VIEIRA, E. G. S., & REIS, M. G. F. Análise da fertilidade do solo em área experimental da Universidade Estadual do Maranhão. **Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste**, v.2, n.1 2018. <<http://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/6122/4447>>.

NASCIMENTO, R. D. S., SALAME, M. F. A., & TAVARES, F. D. A.; Aplicativo móvel para recomendação de adubação e calagem para produção de mandioca no Amazonas. In: Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (*ALICE*). **Congresso Brasileiro de Agroinformática**, 10, 2015, Ponta Grossa. Uso de VANTs e sensores para avanços no agronegócio: anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/amazonia-ocidental/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1027836/aplicativo-movel-para-recomendacao-de-adubacao-e-calagem-para-producao-de-mandioca-no-amazonas>>.

RAIJ, B. v.; SACCHETTO, M. T. D.; IGUE, T. Correlações entre o pH e o grau de saturação em bases nos solos com horizonte B textural e horizonte B latossólico. **Bragantia**, v.27, n.17, p.193-200, 1968. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051968000100017>>, doi: 10.1590/S0006-87051968000100017.

RAIJ, B. V. “Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **IAC Campinas**, 1996.

SILVA, J. da; FARIA, C. M. B., ALBUQUERQUE, T. C. S., JOSÉ, R. Calagem. **Agência Embrapa Informação Tecnológica**, 2018. <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_de_mesa/arvore/CONT000g88nyjz902wx5ok0u5nfpmfisbmf2.html>.

SILVA, P. G. M; SILVA, GIORDANO B. B. B. AND VIEIRA, A. S. “Protótipo de aplicativo para dispositivos móveis para mapeamento de ambientes com acessibilidade arquitetônica: estudo de caso na cidade de Marabá-PA”. **Revista Gestão & Tecnologia, Pedro Leopoldo**, v. 18, n. 3, p. 226-244, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.20397/2177-6652/2018.v18i3.1394>>, doi: 10.20397/2177-6652/2018.v18i3.1394.

SOUZA, R.R.N.; VIANA, SARAIVA, L.; PEREIRA JÚNIOR, A.; Avaliação de Impacto Ambiental na Dendeicultura e Agricultura Familiar no município de Acará-Pará (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, 2019.

SOMMERVILLE, I. . Engenharia de software. tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves; **revisão Técnica Kechi Hirama**, v.9, n.3, p.1-510, 2011. Disponível em: <https://www.di.ubi.pt/~sebastiao/Ensino/UBI/20172018/ES/ApoioEstudo/Engenharia_Software_3Edicao.pdf>.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; LOBATO, E.; CASTRO, L.H.R. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 193-198, 1989.