

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

**SOFTWARE PARA GERENCIAMENTO DOS DADOS DE ANÁLISES DE
SOLO EM MINAS GERAIS**

VIKTOR QUEIROZ DE OLIVEIRA



Viktor Queiroz de Oliveira

***SOFTWARE PARA GERENCIAMENTO DOS DADOS DE ANÁLISES DE
SOLO EM MINAS GERAIS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção de título Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Professor Orientador: Prof. Luiz Arnaldo Fernandes

Montes Claros

2023

Viktor Queiroz de Oliveira. *SOFTWARE* PARA GERENCIAMENTO DOS DADOS
DE ANÁLISES DE SOLO EM MINAS GERAIS

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

Prof. Alcinei Místico de Azevedo - ICA/UFMG

Prof.^a Júlia Maria de Andrade - ICA/UFMG

Prof. Luiz Arnaldo Fernandes – Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, ____ de _____ de 20__.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade, força e saúde para superar todas as dificuldades na execução desse projeto.

À esta universidade, seu corpo docente, direção, administração e todos os colaboradores pelo suporte e estrutura.

Ao Professor Orientador, Luiz Arnaldo Fernandes, pelo apoio, correções e incentivos.

Aos meus familiares e amigos, que me trouxeram forças quando eu já não as possuía mais.

A todos, que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O trabalho desenvolvido, trata-se da criação de um aplicativo para dispositivos móveis, especificamente para sistema operacional Android, com capacidade para o gerenciamento das análises de solo a campo. O aplicativo tem como objetivo ser uma ferramenta acessível, com fácil entendimento para auxiliar produtores rurais, estudantes e profissionais da área quanto ao gerenciamento e organização de informações a campo. A relação de informações que o aplicativo pode gerenciar vai desde fotos, fornecendo um diretório para armazenamento que tem como objetivo associar imagens do dispositivo à uma determinada área, aos recursos georreferenciados pelo mapa, que é disponibilizado para fazer levantamentos de medidas e captura de informações por satélite com o GPS do dispositivo, interpretação básica para os solos de Minas Gerias a partir da análise química do solo. A ferramenta é capaz de auxiliar na organização, retornar rapidamente as informações e fornecer recursos para obtenção de informações importantes na tomada de decisão como pontos georreferenciados com sua longitudes e latitude, cálculo de distância entre pontos e cálculo de área, além da interpretação de alguns parâmetros da análise de solo fornecida pelo usuário.

Palavras chave: Agricultura de precisão, Gestão de análises de solo, Planejamento das adubações, Mapa de fertilidade do solo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tela inicial

Figura 2 – Diretório de dados

Figura 3 – Funções de Medidas

Figura 4 - Opções de Medidas

Figura 5 – Cadastro de Propriedades

Figura 6 - Cadastro de análises de solo

Figura 7 - Tela de resultados no mapa

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Iot – Internet das coisas (*internt of things*)

IA – Inteligência Artificial

ARS – Análise de Rede Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
	2.1 Importância da realização de análises do solo	2
	2.2 O gerenciamento das análises de solo.....	3
	2.3 Desenvolvimento e uso de <i>Softwares</i> de gestão para fins agrícola no Brasil.....	4
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
	3.1 Descrição e Arquitetura do <i>software</i>	5
	3.2 Telas e funções do aplicativo.....	6
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5	CONCLUSÃO.....	14
	REFERÊNCIAS	

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de *softwares* aplicáveis na agricultura encontra algumas barreiras no Brasil, como os altos custos das taxas, que são repassados para os usuários, e as interfaces pouco amigáveis e complexas. Além disso, o acesso das plataformas de informações públicas nem sempre conseguem suprir a carência de ferramentas amigáveis e confiáveis que poderiam auxiliar os produtores, profissionais e estudantes de ciências agrárias na escolha das melhores estratégias de manejo da fertilidade do solo.

Por outro lado, segundo Richardson (1997), a *internet* é uma ferramenta que pode facilitar o fluxo de informações entre organizações e agricultores de modo a auxiliar nas tomadas de decisão e planejamento das operações agrícolas. A internet se tornou uma necessidade para o meio rural, de forma parecida como é para o meio urbano, oferecendo informações e serviços de forma rápida e atualizada para os produtores rurais (Viero e Silveira, 2011).

Os *softwares*, em especial os aplicativos para Windows e Android, podem ser uma grande alternativa de acesso as informações de maneira mais rápida e acessível, uma vez que a maioria dos usuários utilizam esses sistemas operacionais em seus aparelhos. Ademais, de acordo com Araújo (2008) embora se tenha uma grande variedade de ferramentas digitais, nem sempre o produtor rural possui conhecimento suficiente para operar essas ferramentas, que muitas vezes não possuem funcionamento e acessibilidade amigável com esse tipo de público.

Para os profissionais e estudantes da área de ciências agrárias, está disponível uma quantidade maior de informações mais técnicas. No entanto, o acesso a essas informações muitas vezes exige altos investimentos financeiros para aquisição e manutenção das ferramentas que possuem os recursos que realmente auxiliam na tomada decisão e na execução prática dos seus serviços.

Tendo como objetivo o incentivo ao uso racional de corretivos e fertilizantes, considerando os riscos ambientais e econômicos, faz necessário o desenvolvimento de *softwares*, especialmente para dispositivos móveis, que orientam os produtores rurais, profissionais e estudantes de ciências agrárias quanto as melhores práticas de cultivos. Além disso, os *softwares* devem estimular a realização de análises de solo para fins de manejo da fertilidade e a valorização do profissional de ciências agrárias, por meio do tratamento e do uso das informações corretas que sejam compatíveis com o público alvo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da realização de análises do solo.

Os primeiros passos para se fazer o cultivo de uma área é a realização da análise de solo para fins de avaliação da fertilidade, de modo a permitir uma melhor tomada de decisão sobre as estratégias de correção e adubação. A primeira etapa da análise de solo é a amostragem. Segundo Guimarães, Alvares e Ribeiro (1999), uma boa amostragem de solo evita grandes desperdícios de insumos, contribui para a produtividade das culturas e reduz os riscos de contaminação do ambiente pelo uso irracional de corretivos e fertilizantes.

A análise química do solo é a principal ferramenta utilizada para a avaliação da fertilidade do solo. Segundo Alvares e Ribeiro (1998) os solos de Minas Gerais, especialmente aqueles que se encontram no bioma do Cerrado, são ácido e pobres em nutrientes. Nesses locais, para a obtenção de produtividades economicamente viáveis, recomenda-se o uso de corretivos da acidez do solo e de fertilizantes.

A agricultura de precisão tem que o número de amostras de solo coletadas para a definição das estratégias de manejo da fertilidade do solo é significativamente maior que na agricultura convencional. De acordo com Zonta et al. (2014), mesmo em áreas aparentemente homogêneas quanto ao tipo de solo no Cerrado brasileiro, ocorre uma variabilidade espacial significativa das propriedades do solo. Nesses casos, devido aos altos investimentos em tecnologias e aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variável, o gerenciamento de um grande número de resultados de análises de solo pode ser um complicador.

Mais recentemente, visando avaliar a qualidade dos solos agrícolas, tem-se incentivado a realização de análises que avaliam a atividade biológica do solo, como a determinação das enzimas β -glucosidase, arilsulfatase e fosfatase ácida, segundo Mendes et al. (2016). A avaliação desses bioindicadores podem ser úteis para as tomadas de decisão mais precisas sobre a saúde e longevidade do solo, uma vez que indicam, por exemplo, a capacidade da ciclagem de nutrientes advindos da matéria orgânica, a qualidade da estrutura das camadas mais férteis do solo e a capacidade de retenção de água.

2.2 O gerenciamento das análises de solo

Segundo Weiss (2015) dentre os fatores que envolve a boa gestão de uma propriedade rural, a coleta de dados e a geração de informações, são os principais fatores que influenciam no momento da tomada de decisões, para que isso seja refletido como retorno aos produtores.

O uso dos *softwares* de gestão de processos são ferramentas importantes para o gerenciamento da propriedade rural de modo que torna mais simples o processamento de informações, influenciando no controle de produção e na identificação de cenários de desordem de algum gênero que comprometerá a produtividade e longevidade do empreendimento (De Melo et al., 2021).

De acordo com Molin, Amaral e Colaço (2015), as variações dentro de uma unidade de área para a produção agrícola são determinadas pela própria variação das características históricas da formação do solo e seu relevo, o que pode inferir uma necessidade de avaliação localizada nesses pontos de variação para a aplicação de um tratamento ajustado diante das mudanças encontradas dentro da área. Desse modo, a avaliação temporal ou histórica e espacial da área permite determinar com maior eficiência o tratamento mais adequado para uma maior eficiência de uso dos insumos e de água em uma determinada área, favorecendo então o manejo de fertilidade mais efetivo que atenderá as especificidades de cada ponto.

A tomada de conhecimento sobre as variações de uma área é útil para a produtividade e manejo de qualquer cultura e independe da extensão da terra (Bernardi, et al. 2014). Sendo então, as análises de solo a maior direcionadora da quantidade de insumos agrícolas destinados a adubação e tendo em vista a importância de planejamento e gestão dos parâmetros produtivos é justo que o gerenciamento dos parâmetros que indicam o cenário de fertilidade e da qualidade estrutural do solo sejam tratados como dados de grande importância. Segundo Martins et al., (2021), o custo de produção das lavouras nas principais cidades produtoras de soja no Brasil, demonstra que a adubação ocupa o segundo lugar dos maiores custos, com o cerca de 30% do total gasto nas lavouras e mostra a importância da determinação correta da gestão de todas as etapas no que concerne a fertilidade da área de produção.

2.3 Desenvolvimento e uso de *Softwares* de gestão para fins agrícolas no Brasil.

A prática do desenvolvimento de *softwares* faz parte da engenharia de *softwares*, que vai desde a modelagem do projeto até a execução e testes do programa. A palavra “*software*” é um termo utilizado para uma sequência de códigos específicos que utilizam de uma linguagem de programação, ou seja, linguagem usada para a comunicação entre os componentes de um sistema, entre um *hardware* e um *software*, que compõem as partes dos componentes eletromecânicos e a lógica aplicada. Respectivamente (Machado e Maia, 2004). Sendo o *software* um componente lógico para o restante do sistema concluir sua função, passando pelo acionamento de um componente para que seja chamada todas as outras funções, tendo muitas possibilidades de criação pois esses acionadores podem ser diversos, (Velloso, 2014).

De acordo com Batalha (2005), uma das categorias de criação de tecnologias mais importantes é a de gestão, no entanto, essa categoria tecnológica é por vezes negligenciada, mal compreendida e pouco tem se criado acerca do desenvolvimento das técnicas de gerenciamento, principalmente aquelas que incluem as necessidades da agricultura familiar.

De acordo com Ferraz e Pinto. (2017) as ferramentas de alta tecnologia estão muito mais disponíveis e acessíveis, como os celulares, tablets, notebooks, GPS, entre outros, oferecendo informação em tempo real e comunicação instantânea, permitindo assim uma grande evolução na forma de se pensar e produzir.

A crescente evolução da camada tecnológica que chega com soluções inovadoras e práticas para alguns problemas durante a produção agrícola é estimulado com o surgimento das maiores exigências dos consumidores relacionadas ao padrão de qualidade dos produtos e da agregação de valor diante dos processos de fabricação e comercialização com maior controle (De Souza Filho, 2013).

De acordo com Albierto et al. (2021), existe um termo advindo da indústria que é hoje utilizado para definição da geração tecnológica na agricultura e se intitula como Agricultura 4.0, com confirmação de sua existência a partir da notória utilização das três categorias bases da geração de tecnologia 4.0 que é o uso da *Iot*, *IA* e a conectividade associada à computação em nuvem, que já estão presentes na produção rural desde 2013.

De acordo com Dos Santos, Esperidião e Dos Santos (2019), essas inovações poderão contribuir tanto para os softwares e suas aplicações inovadoras, quanto para as novas possibilidades de produção agrícola.

Diante dos crescentes desafios, para os profissionais que buscam o destaque e a sua diferenciação no mercado de trabalho, as ferramentas digitais tem trazido grandes resultados, por exemplo as redes sociais dedicadas a divulgação de perfis profissionais (Perissionotto, et al., 2017).

Além disso, o uso correto das ferramentas digitais, principalmente aquelas que agregam valor, por exemplo para um prestador de serviços que está diante de uma situação de trabalho onde é necessária uma tomada de decisão importante. A organização das informações proporciona em diversas esferas, uma segurança para quem presta seus serviços, pois essas ferramentas armazenam grande quantidade de dados que podem ser consultados de forma rápida.

Segundo Silva (2022), em pesquisa realizada com profissionais de diversas áreas que prestam seus serviços de maneira autônoma, a utilização de ferramentas digitais, em especial na utilização do *Marketing* digital em mídias sociais, melhorarem o alcance dos seus serviços.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição e arquitetura do software

Foi desenvolvido o *software* para gerenciamento de análises de solo do Estado de Minas Gerais, com a utilização de um *notebook* pessoal com processador intel core i5, 8GB (*Giga Byte*) de memória RAM (*Random Access Memory*), SSD de 500 GB de armazenamento e placa de vídeo modelo GTX 1660.

A funcionalidade do Google Maps implementada tem a exigência de criação e ativação de uma API Key que deve ser única, protegida e de responsabilidade exclusiva do criador da mesma, essa chave deve ser incluída no código fonte da aplicação para que seja corretamente exibido o *shape* do mapa. Toda a documentação utilizada para implementação e inclusão de todas as funcionalidades do Google Maps, que inclui a visualização do mapa, inclusão marcadores no mapa do tipo “ponto”, “linha” e “polígonos”, apresentar botões nativos de “zoom in” e “zoom out”, bússola com rotação para o norte entre outras funcionalidades e também exemplos de como capturar informações dessas medidas para serem tratadas e retornadas como informações úteis para o usuário, estão disponíveis na documentação oficial com uso da API Key, (<https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/get-api-key?hl=pt-br>).

O *software* criado recebeu o nome de “MGFertil” e funciona em aparelhos de sistema operacional *android*, especialmente *tablets* e celulares pois assim atende a maioria do público alvo, constituído por produtores rurais, profissionais e estudantes da área de ciências agrárias.

O aplicativo foi criado com associação ao programa Android Studio, versão 2022.2.1.19, que é um melhorador para o ambiente de desenvolvimento e possui as vantagens do desenvolvimento mais intuitivo e com o diretório dos arquivos organizado. O próprio recurso de *design* do Android Studio possibilita o correto e ativação dos componentes e seus atributos na tela com a manipulação interativa dos *widgets* que compõem a aplicação. A criação lógica e gráfica foi feita a partir do próprio recurso de orientação aos objetos de modo responsivo, para a linguagem Java, com auxílio da ferramenta “*Layout Validation*” e a arquitetura do *software* usa os princípios de camadas com o armazenamento das informações no próprio dispositivo por meio da lógica de cortina e fluxo para o tratamento e retorno dos dados, nesse caso, sem a necessidade de banco de dados externo.

Para todas as etapas que precisam que dados sejam adicionados no programa, a estratégia utilizada é monitorar o ciclo de vida dessa função, em caso de conclusão positiva desse ciclo de vida, então os dados são convertidos em formato “Strings”, “Int”, “Png” e outros recursos como “Bitmap” para que sejam armazenados no dispositivo, em listas de informações no código fonte do projeto e posteriormente retornadas quando necessário, podendo ser acessados pelo ambiente de interação amigável com o usuário.

Em relação a arquitetura geral, foi obedecido o padrão estrutural e comportamental para tratar todas as funções desejadas para esse *software*, esses recursos estão disponíveis na documentação oficial destinada a desenvolvedor para criação em Java e Kotlin com uma arquitetura consistente, funcional e de boa qualidade,

(<https://developer.android.com/topic/architecture/recommendations?hl=pt-br>).

3.2 Telas e funções do aplicativo

Para cada função, por exemplo de um botão, é necessário que seja implementado ao menos um método de tratamento para esse elemento de interação, sendo esse botão um ouvinte que receberá a ação, as estruturas condicionais estabelecidas dentro dos métodos por meio da Álgebra Booleana. Segundo Vieira (2000), conceitua-se como um lógica de verificação para retorno como verdadeiro ou falso e é aplicável em qualquer situação,

sendo compatível com a leitura binária das máquinas, podendo ser estrutura de verificação condicionadas nos parâmetros de “E”, “Ou” e “Não”.

A tela inicial do *software* (figura 1), contém o *teamplate* padronizado do *Google Maps Views* configurado inicialmente com uma estrutura básica para exibir o *shape* do mapa do Google no aplicativo, seguida da funcionalidade de navegação entre telas estabelecida pelo acesso ao menu lateral, recurso também pré-configurado do *template* chamado de “*Navigation Drawer Views*” dentro do *Android Studio*. Essa é a tela principal, ou seja, por onde o aplicativo é iniciado.

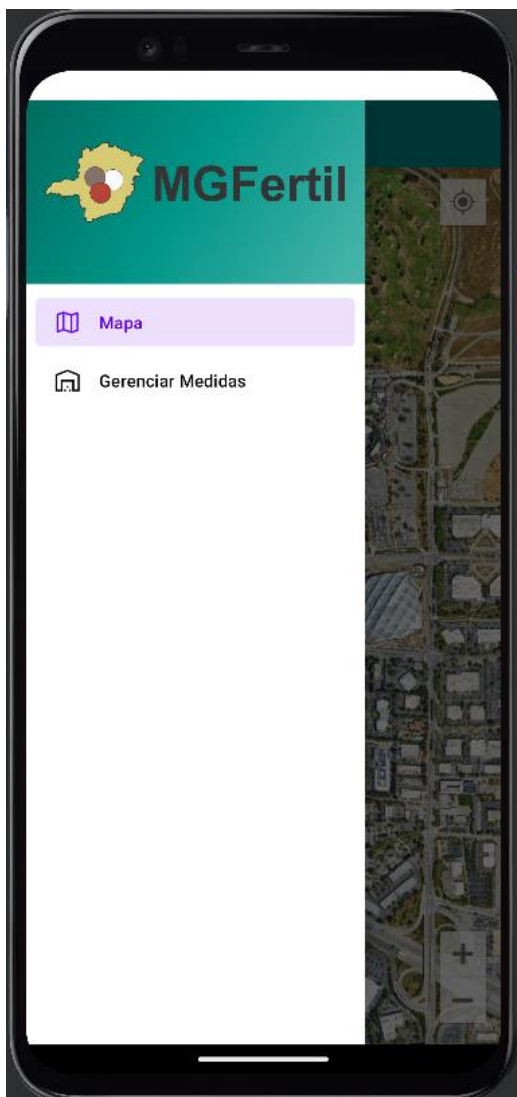
Figura 1 – Tela Inicial:



Fonte: do autor, 2023

A tela principal possui uma “*ToolBar*”, barra superior de cor verde, que dá ao usuário a possibilidade de acessar o menu lateral de navegação, pelo botão no canto superior esquerdo da tela, que contém o diretório de armazenamento dos dados (figura 2).

Figura 2 - Diretório de dados:



Fonte: do autor, 2023

A tela principal tem suas funções reguladas diretamente pelo acionamento dos botões nativos, como “zoom in”, “zoom out”, “minha localização” e por um botão personalizado de cor verde. Quando os botões nativos são acionados respondem em comandos diretos no *shape* do mapa, já quando o botão personalizado é acionado exibe os três modos para obtenção de medidas ponto, distância e área e a opção de medida na janela de aviso subsequente (figura 3).

Figura 3 – Funções de Medida:

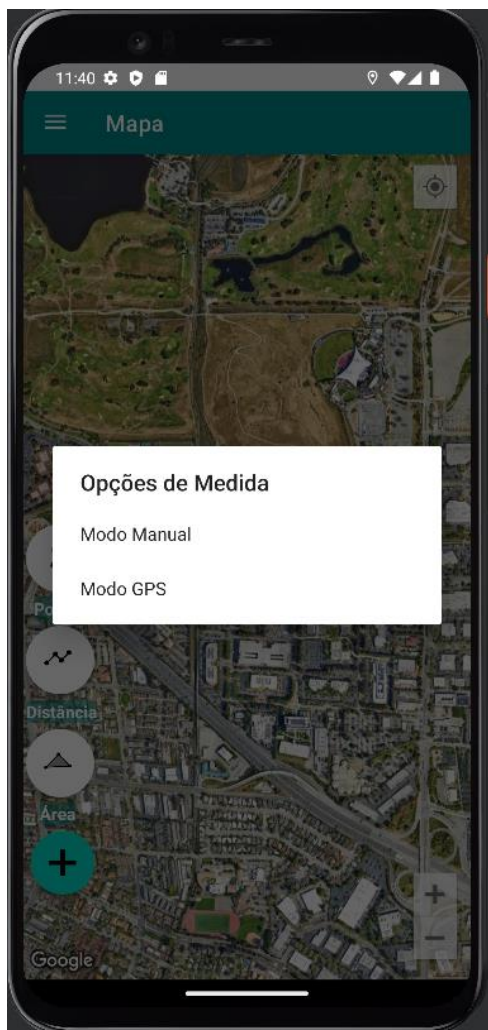


Fonte: do autor, 2023

As funções de captura de informações georreferenciadas dentro do aplicativo são obtidas quando o usuário utiliza algum dos recursos que o aplicativo oferece dentro do mapa e retornará à referência de pelo menos um ponto geográfico que nesse caso é definido por sua latitude e longitude. A partir de alguma seleção do menu anterior (figura 3), é gerada uma janela “Opções de Medida” (figura 4), com os recursos que podem ser selecionados de acordo com o objetivo do usuário, se a opção de “Medição Manual” for selecionada, o usuário pode adicionar os pontos de acordo com as referências que possui

do local de interesse. Se a “Medição por GPS” for selecionada, será utilizado o método de obtenção de dados com base no GPS do aparelho e o usuário só poderá adicionar pontos, clicando no botão “adicionar ponto” com base na localização que o GPS está posicionado.

Figura 4 – Opções de Medida:



Fonte: do autor, 2023

Concluindo a medida anterior, o usuário pode consultar as informações da medida pela janela fixa, do tipo *label*, que é gerada na parte superior do mapa, caso as informações não estejam como o esperado, pode-se utilizar os botões de comando na *label* inferior. Assim que o usuário estiver satisfeito com o retorno das informações poderá salvar a medida no ícone representado por “disquete”, no canto superior direito.

A janela seguinte, quando o botão de salvar a medida for selecionado, é a janela de “Informações da Área” (figura 5), sendo a parte mais importante do processo de inclusão de dados pelo usuário, onde a área pode ser definida com um nome, uma descrição, referencia-la a uma propriedade já cadastrada, incluir até 4 imagens provenientes da galeria ou diretamente da câmera do aparelho, incluir também os dados de análise de solos (figura 6), para gerar uma interpretação dos dados incluídos.

Figura 5: Cadastro de Propriedades.

The screenshot shows a mobile application interface titled "Gerenciar Medidas". Below the title bar, there is a back arrow icon and a label "Nome da área/propriedade/referência" with a placeholder example "Ex.: Talhão 04 - Faz. Riacho Fundo". Below this is a "data" input field. The section "Adicione imagens para a sua área:" contains four square buttons with plus signs. The section "Inclua até 4 análises de solo abaixo:" contains four rectangular input fields for soil analysis data.

Fonte: do autor, 2023

Figura 6: Cadastro de análises de solo.

Dialog

Coloque seus dados de Análise de solo:

Ex.: Ponto1 - 23/05/2023

Parâmetros da Análise	Digite:	Interpretação
pH	Valor	-
pH	Valor	-
pH	Valor	-
pH	Valor	-

Para P e S, use:

	Digite:	Interpretação
P-rem(mg/l)	Valor	-
P-Prem	Valor	-
S-Prem	Valor	-

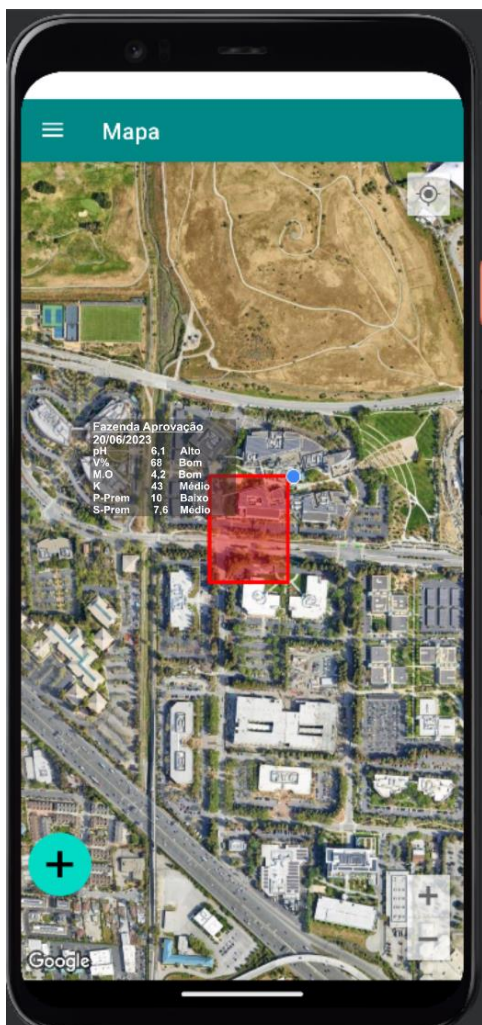
CANCELAR SALVAR

Fonte: do autor, 2023

Temos como resultado um arquivo tipo Bitmap que pode ser acessado no diretório de arquivos internos do aplicativo, poderá ser identificado no nome do arquivo o nome que foi atribuído a área durante o cadastro, com as interpretações dos parâmetros em que foi colocado nos campos de inclusão das análises, da mesma forma em que é exibido no mapa, como mostra a figura 7 quando se inclui os parâmetros para uma análise e o seleciona para retorno no mapa. O campo de inclusão dos dados de análises de solo pode ser alterado passando outros parâmetros e valores na mesma tela em que foram salvos pela primeira vez, porém quando os parâmetros são alterados, a imagem também é

alterada e consequentemente terá seu arquivo antigo substituído pois o espaço é atribuído para ser ocupado por apenas um registro por vez.

Figura 7- Tela de resultados no mapa



Fonte: do autor, 2023

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros configurados para que sejam retornados os resultados básicos para a análise química são; pH em água em classificação agronômica, conforme Tabela 1. Em mg/dm^3 estão os micronutrientes; zinco (Zn), boro (B), manganês (Mn) e cobre (Cu), como mostra a tabela 2. Em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ os parâmetros de; soma de bases (SB), acidez trocável (Al), potássio (K) e magnésio (Mg). A unidade da saturação por bases (V) está descrita em “%” e a matéria orgânica (M.O) em dag/kg (tabela 3. Os parâmetros de

fósforo (P) e enxofre (S) são interpretados com base nos valores do fósforo remanescente (Prem-mg/L) como mostra a tabela 4. Adotados como interpretação para o retorno, as cinco classificações descritivas de “Muito Baixo”, “Baixo”, “Médio”, “Bom” e “Muito Bom”, no caso da acidez trocável (Al), faz-se a substituição das descrições “Bom” e “Muito Bom” por “Alto” e “Muito Alto”.

Tabela 1 – Classes de interpretação agronômica para o pH em água.

Classificação agronômica de pH ^{1/}				
Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto
< 4,5	4,5 - 5,4	5,5 - 6,0	6,0 - 7,0	> 7,0

^{1/} A classificação utilizada indica adequado (bom) e inadequado (baixo, muito baixo e alto e muito alto)

Fonte: do autor, 2023

Tabela 2 – Classes de interpretação para micronutrientes retornadas pelo aplicativo:

Parâmetro	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto
Zinco	< 0,4	0,4 - 0,9	0,91 - 1,5	1,51 - 2,2	> 2,2
Manganês	< 2,0	2,0 - 5,0	5,1 - 8,0	8,1 - 12	> 12
Cobre	< 0,3	0,3 - 0,7	0,71 - 1,2	1,21 - 1,8	> 1,8
Boro	< 0,15	0,15 - 0,35	0,36 - 0,6	0,61 - 0,9	> 0,9

Fonte: do autor, 2023

Tabela 3 – Classe de interpretação dos parâmetros gerais

Parâmetro	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto
M.O	< 0,7	0,7 - 2,0	2,01 - 4	4,01 - 7	> 7
Mg	< 0,15	0,15 - 0,45	0,46 - 0,9	0,91 - 1,5	> 1,5
Al	< 0,2	0,2 - 0,5	0,51 - 1	1,01 - 2	> 2,0
SB	< 0,6	0,6 - 1,8	1,81 - 3,60	3,61 - 6,0	> 6
V	< 20	15 - 30	30,1 - 50	50,1 - 75	> 75
K	< 15	15 - 40	41 - 70	71 - 120	> 120

Fonte: do autor, 2023

Tabela 4 – Classes de interpretação para o Fósforo e Enxofre

P-Rem	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto
Fósforo					
0 a 4	< 3	3 - 4,3	4,4 - 6,0	6,1 - 9,0	> 9,0
4 a 10	< 4	4,0 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10 a 19	< 6	6,0 - 8,3	8,4 - 11,4	11, 5 - 17,5	> 17,5
19 a 30	< 8	8,0 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30 a 44	< 11	11 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33	> 33
44 a 60	< 15	15,1 - 21,8	21,9 - 30	30,1 - 45	> 45
Enxofre					
0 a 4	< 1,7	1,7 - 2,5	2,6 - 3,6	3,7 - 5,4	> 5,4
4 a 10	< 2,4	2,4 - 3,6	3,7 - 5,0	5,1 - 7,5	> 7,5
10 a 19	< 3,3	3,3 - 5,0	5,1 - 6,9	7,0 - 10,3	> 10,3
19 a 30	< 4,6	4,6 - 6,9	7,0 - 9,4	9,5 - 14,2	> 14,2
30 a 44	< 6,4	6,4 - 9,4	9,5 - 13,0	13,1 - 19,6	> 19,6
44 a 60	< 8,9	8,9 - 13	13,1 - 18,0	18,1 - 27,0	> 27

Fonte: do autor, 2023

As interpretações retornadas seguem em conformidade com as classes de interpretação para o estado de Minas Gerais (Alvarez V. et al. (1999).

Os dados de análises de solo não são obrigatórios durante o preenchimento e inclusão das informações da medida, eles podem ser armazenados como uma foto ou a partir de um “printscreen” de um documento em .PDF por exemplo, porém para ser gerada a interpretação dos parâmetros na tela principal do mapa, deve ser incluído manualmente os parâmetros.

Por meio da inclusão dos dados geográficos e de análises de solo no *software*, em momentos e locais diferentes, é possível realizar uma análise temporal e espacial dos níveis dos nutrientes do solo e consultar esses registros quando atribuídos e salvos a um cadastro de propriedade no aplicativo e suas respectivas áreas, o que pode ser de grande valor quando se deseja estudar e armazenar informações de muitas áreas e propriedades ao mesmo tempo, não excluindo a possibilidade de gerenciar pequenas áreas em uma única propriedade.

Deve-se ressaltar que a acurácia da medição com GPS é influenciada pela precisão do sensor do aparelho e pela localização geográfica atual, que podem ter obstáculos físicos que geram inconsistência na medida, como árvores ou instalações. No entanto, a variação da acurácia é informada no raio do ponto de indicação do aparelho, visualizado

no mapa como área hachurada em azul. A orientação padrão é que seja aguardado de um a três minutos até que a acurácia se estabilize, ou que o local de coleta do referido ponto seja transferido.

O *software* possibilita que o usuário analise vários dados de maneira rápida e fácil, uma vez que cada “ponto de referência”, seja ele, ponto, distância entre pontos ou uma área, pode ser atribuído até quatro análises de solo, incluindo os parâmetros, ele pode exibi-los direto no mapa para que posteriormente sejam consultados rapidamente com um clique na área.

5 CONCLUSÃO

O *software* “MGFertil” consegue trazer funcionalidades que expressam de maneira satisfatória a proposição de gerenciamento dos dados de análise de solo e pode ter a função de gerenciamento participativo e do planejamento que o usuário desejar para uma ou mais áreas, pois permite o registro de informações espaciais e temporais de análises de solos.

Portanto, é possível utilizar o conjunto de ferramentas como forma de análise e critério de planejamento para inclusão de práticas direcionadas e específicas para cada área, por exemplo a distribuição de quantidade variável de insumos dentro da área, técnica da agricultura de precisão. O *software* também permite que o usuário crie um histórico dessas áreas e inclua informações de manejo futuro na descrição da área, de modo a facilitar a organização e o pensamento crítico da fertilidade do solo.

Referências

- ALVAREZ V, V. H. et al. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32, 1999.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. São Paulo: Atlas, p. 13-50, 2008.
- BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, HM de. **Tecnologia de gestão e agricultura familiar**. Gestão Integrada da Agricultura Familiar. São Carlos (Brasil): EDUFSCAR. p. 43-66, 2005.
- BERNARDI, A. C. de C. et al. **Agricultura de precisão: Resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa. p. 559-577, 2014.
- DE MELO, D. M. et al. **A importância da gestão rural e da sustentabilidade em pequenas propriedades rurais**. Revista GeTeC, v. 10, n. 31, 2021. Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/issue/view/156>>. Acesso em:30/06/2023
- DOS SANTOS, T. C.; ESPERIDIÃO, T. L.; DOS SANTOS A., M. **Agricultura 4.0**. Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 4, p. 122-131, 2019.
- FERRAZ, C. O., & PINTO, W. F. **Tecnologia da informação para a agropecuária: Utilização de ferramentas da tecnologia da informação no apoio a tomada de decisões em pequenas propriedades**, Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, v3, n1. p. 38-49, 2017.
- MACHADO, F. B.; MAIA, L. P. **Arquitetura de sistemas operacionais**. LTC. p. 1 – 33, 2004.
- MARTINS, W. H. F. et al. **Análise dos custos de produção da soja nas principais cidades produtoras do Brasil**. p. 1-17, 2021.
- MENDES, I. C. Indicadores biológicos de qualidade de solo em sistemas de plantio direto no Brasil: estado atual e perspectivas futuras. Disponível em: MOREIRA, F. M. S.; KASUYA, M. C. M. (Ed.). **Fertilidade e biologia do solo: integração e tecnologia para todos**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, v. 12, p. 297-322, 2016.
- RICHARDSON, D. **The Internet and Rural & Agricultural Development: Integrated Approach**, FAO, Roma. 1997.
- VELLOSO, F. **Informática: conceitos básicos**. Elsevier Brasil, v.9, p. 28 - 89 2014.
- VIEIRA, F. M. S. **Álgebra booleana**. Educação & Tecnologia, v. 5, n. 1, p. 29-88, 2000.
- VIERO, V. C.; SILVEIRA, A.C. M. **Apropriação de tecnologias de informação E comunicação no meio rural brasileiro**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 28, n. 1, p. 257- 277, 2011.

WEISS, C. **Mensuração de custos e rentabilidade implícita das propriedades tabaqueiras do sul do Brasil.** Custos e, v. 183, 1-18 2015.

ZONTA, J. H. et al. **Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, p. 595-602, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000600005>> acesso em: 15 jun. 2023