

**FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

RENAN ANELLI MARTINS

SISTEMA DE CONTROLE DE PRESUNÇÕES

**MARÍLIA
2015**

RENAN ANELLI MARTINS

SISTEMA DE CONTROLE DE PRESUNÇÕES

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador
Prof. Ricardo José Sabatine.

MARÍLIA
2015

ANELLI MARTINS, Renan

Sistema de Controle de Presunções/ Renan Anelli Martins;
orientador: Prof. Ricardo José Sabatine. Marília, SP: [s.n.], 2015.

61 folhas

Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação): Centro
Universitário Eurípides de Marília.



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
MANTIDO PELA FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Renan Anelli Martins

Sistema de Controle de Presunções.

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em
Sistemas de Informação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Nota: 5.5 (CINCO COM NOTAS)

Orientador: Ricardo José Sabatine Ricardo Sabatine

1º.Examinador: Fabio Lucio Meira Fabio Meira

2º.Examinador: Renata Aparecida de Carvalho Paschoal Renata Paschoal

Marília, 01 de dezembro de 2015.

Dedico este trabalho a todos que me ajudaram principalmente ao meu orientador, família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inteiramente ao meu orientador Ricardo José Sabatine pela dedicação e paciência me incentivando a todo momento a realizar o trabalho de conclusão do curso; a meus pais e irmãos e amigos, que sempre estiveram me incentivando. Agradeço também a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram na realização do meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Tornamo-nos deuses na tecnologia, mas permanecemos macacos na vida.

RESUMO

O uso dos dispositivos móveis vem sendo cada vez mais usado mesmo no meio rural e ao mesmo tempo temos que acompanhar essa evolução, não só os programadores, mas os usuários também devem estar sempre de olho na evolução tecnológica. O software em si tem como finalidade orientar, auxiliar e manter o agrônomo atualizado sobre as diretrizes que afetam o meio agropecuário baseando-se nas suas próprias presunções. O software disponibilizará um cadastro de fazendas, áreas e talhões para que o agrônomo possa cadastrar suas presunções e tenha a possibilidade de ter controle dos territórios onde trabalha, trazendo como resultado todos os tipos de informações já colocadas ali pelo agrônomo. Objetivo final do aplicativo é ajudar os agrônomos a ter total controle e acesso de suas presunções e com a ajuda da agricultura de precisão trazer todas essas informações geologicamente, podendo assim o mesmo esquematizar estratégias pertinentes e assim evitando a perda de futuras plantações com presunções já realizadas.

Palavras-Chave: Dispositivos móveis, *Softwares*, Agricultura de Precisão.

ABSTRACT

The use of mobile devices has been increasingly used even in rural areas and at the same time we have to follow this evolution, not only developers, but users must also be constantly looking at technological developments, the software itself is intended advise, assist, and update the agronomist about the guidelines that affect the agricultural means relying on their own assumptions. The software will provide a register of farms, fields and plots so that the agronomist can register their assumptions and have the possibility to take control of their territories where she works, bringing as a result all kinds of information already placed there by agronomist. Ultimate goal of the application is to help agronomists to have full control and access their assumptions and with the help of precision agriculture to bring all this information geologically as well and he may lay out relevant strategies and thus avoiding the loss of future crops with assumptions already made.

Keywords: Mobile devices, Software, Precision Agriculture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Maquinário usado na Agricultura de Precisão	14
Figura 2 - Equipamento VRT	22
Figura 3 - Ilustração SIG.....	23
Figura 4 - Segmento espacial: satélites e suas órbitas	24
Figura 5 – Receptor de Sinal de satélite.....	25
Figura 6 - Ciclos de agricultura convencional e de precisão.....	29
Figura 7 – Tela do aplicativo FarmLogs	32
Figura 8 – Telas do aplicativo VirtualFarm	33
Figura 9 – Telas do Agrivi	34
Figura 10 – Diagrama da funcionalidade login	36
Figura 11 – Diagrama das funcionalidades	39
Figura 12 - Diagrama de Classe da Aplicação	44
Figura 13 - Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)	45
Figura 14 - Diagrama de sequência para cadastro de presunção	46
Figura 15 - Diagrama de sequência para recuperação automática de uma presunção	47
Figura 16 - Tela de cadastro 1 do APP	49
Figura 17 – Tela de cadastro 2 do APP	49
Figura 18 - Telas principais do sistema.....	50
Figura 19 - Tela de cadastro da fazenda.....	51
Figura 20 - Tela de cadastro de informações.....	52
Figura 21 - Tela de verificação das informações.....	53
Figura 22 - Cadastro de Talhão	54
Figura 23 - Cadastro de Presunção	55
Figura 24 - Tela do mapa	56

SUMÁRIO

1	AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	19
1.1	Ferramentas.....	21
1.1.1	Tecnologia de Aplicação Variável.....	22
1.1.2	Sistema de Informação Geográfica.....	23
1.1.3	Sistema de Posicionamento Global	24
1.1.4	Máquinas.....	26
1.2	Considerações Finais	27
2	SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO	28
2.1	Estudo de Caso de Soluções para APP	30
2.2	Desafios	30
2.3	Estudo de Caso APP	31
2.3.1	FarmLogs	31
2.3.2	Virtual Farm.....	32
2.3.3	Agrivi.....	33
2.4	Considerações Finais	34
3	SISTEMA DE CONTROLE DE PRESUNÇÃO	35
3.1	Funcionalidades	36
3.1.1	Login.....	36
3.1.2	Cadastro de Fazenda	37
3.1.3	Cadastro de Talhões.....	37
3.1.4	Cadastro de Presunções.....	37
3.1.5	Mapa	38
3.2	Requisitos desejáveis e desafios para o desenvolvimento do projeto.....	40
3.3	Implementação da Solução	41
3.3.1	Tecnologias do Projeto	41
3.3.2	Estrutura do Código.....	42
3.3.3	Estrutura de Armazenamento	44
3.3.4	Implementação do processo de presunção	45
3.4	Principais problemas no desenvolvimento.....	48
3.5	Considerações Finais	48
4	RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES.....	49

4.1 Cadastro de Usuários	49
4.2 Tela Principal	50
4.3 Cadastro Fazenda	51
4.4 Cadastro de Talhão	53
4.5 Cadastro de Presunção	55
4.6 Mapa	56
4.7 Análises dos resultados	56
4.8 Contribuições	57
4.9 Lições Aprendidas	57
4.10 Considerações Finais	58
5 CONCLUSÃO	59

INTRODUÇÃO

No ano de 2015, a exploração da tecnologia na área agropecuária continuou sendo importante, pois seu rápido desenvolvimento nos últimos anos mudou muito o agronegócio, e com o avanço da produtividade das lavouras e da agroindústria, novas oportunidades para profissionais e empreendedores surgem.

E, quando falamos sobre tecnologia no campo, podemos citar a agricultura de precisão, que é uma prática agrícola na qual se utiliza a tecnologia da informação, normalmente associada à utilização de equipamentos de alta tecnologia (seja hardware, no sentido genérico do termo, ou *software*) para avaliar ou monitorar as condições numa determinada parcela de terreno, aplicando depois os diversos fatores de produção (sementes, fertilizantes, fitofármacos, reguladores de crescimento, água, etc.). Coelho e Silva (2009) argumentam que em conformidade com isso o agronegócio exige dos produtores rurais um alto grau de especialização e de profissionalismo, visando aumentar a capacidade gerencial das empresas rurais.

Assim, a agricultura de precisão é a contínua obtenção de informação espacialmente detalhada da cultura, seguida da utilização adequada dessas informações para aperfeiçoar o manejo, ou seja, definir a aplicação no local correto e as quantidades de insumos necessários. Na Figura 1 temos um exemplo de maquinário que faz seu trabalho com a obtenção de informações de *softwares*, tendo assim, maior precisão.

Figura 1 - Maquinário usado na Agricultura de Precisão



Fonte: GLOBO RURAL – Repositório Digital da Revista do Globo Rural¹

¹ Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT230139-18077,00.html>; Acesso em ago. 2015.

A agricultura de precisão tem dois objetivos genéricos: um é o aumento do rendimento dos agricultores, alcançado por duas vias distintas, mas complementares, que seria a redução dos custos de produção e o aumento da produtividade e qualidade das culturas. O segundo objetivo é a redução do impacto ambiental resultante da atividade agrícola (COELHO; SILVA, 2009).

O uso de *softwares* em dispositivos móveis dentro do campo pode ser de grande ajuda nas tomadas de decisões, controle de toda a produção, controle de aplicação de insumo, estoque, futuros investimentos entre outros dados que aumentam o desempenho da safra.

A combinação de tecnologia e meio rural tem chamado a atenção de profissionais na área da Tecnologia de Informação (TI) para desenvolver novos sistemas de qualidade, métodos e processos que possam criar um gerenciamento de melhor precisão e visão aos agricultores. Outro importante fator que também tem chamado a atenção é uso dos dispositivos móveis, pois sua facilidade pela mobilidade e usabilidade traz diversos benefícios aos produtores sendo que o acesso aos computadores no território rural pode acabar sendo inviável. Outro fator é o mapeamento das áreas onde é realizado o plantio, sendo que esse mapeamento só é possível graças ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), que acaba por facilitar o uso do software.

Todos esses fatores citados apontam para a necessidade do desenvolvimento de um *software* para dispositivos móveis que possa auxiliar os agrônomos a ganhar tempo e organizar suas presunções realizadas nos talhões em que trabalham. Nesse contexto, toma-se como definição de presunção o planejamento realizado sobre o solo da fazenda e suas devidas análises. Um talhão, de acordo com Santos et al. 2009, pode se referir a uma determinada área da lavoura, que pode ser considerada homogênea, por ter a mesma variedade de cultivo, plantada na mesma data, em um solo de características físicas, químicas e topográficas semelhantes, além de receber o mesmo manejo agrônômico e o mesmo tratamento administrativo. Com o desenvolvimento do *software* será muito mais simples para os profissionais do campo revisar, registrar e consultar todas as suas presunções levando-se em conta a geografia da terra.

O software em questão pode parecer simples aos olhos do leitor ou de outros usuários, porém é necessário ao agrônomo produzir pesquisas e desenvolver técnicas que melhorem os resultados da agropecuária, como por exemplo, no manejo de irrigação, na engenharia rural, na quantidade ótima de fertilizantes, na maximização da produção em

termos de quantidade e qualidade do produto (fitotecnia), na área da zootecnia, na seleção de variedades resistentes à seca e de raças (melhoramento genético animal e vegetal), no cuidado com doenças e pragas, no desenvolvimento de novos agrotóxicos, nos modelos de simulação de crescimento de colheita, secagem e armazenagem de produtos agropecuários, na área da agroindústria e na economia rural em geral.

As pesquisas agronômicas estão fortemente relacionadas ao local em que são realizadas, por isso pode-se dizer que o *software* idealizado para este projeto poderá ajudar o profissional do campo a salvar e organizar todas essas informações, registrando toda essa informação geologicamente, podendo resgatar todo o conteúdo salvo no momento em que o profissional entrar no talhão registrado, pois ele geralmente salvará essas informações em documentos nas nuvens, como o *google drive* documentos, fazendo com que não tenha uma perda de tempo muito grande na procura de presunções já feitas ou até mesmo podendo ter o risco de perder documentos antigos que poderão ser necessários posteriormente, pois a quantidade de registros pode ser numerosa para alguns agrônomos.

Motivação e Justificativa

Com o passar dos anos o uso da tecnologia em qualquer área vem sendo primordial, e a estimativa é que esse uso tenha um crescimento contínuo até mesmo nas áreas rurais, que em alguns anos passados era “escassa”, porém hoje se tornou uma atividade altamente competitiva exigindo dos produtores rurais um alto grau de especialização e de profissionalização visando ao aumento na capacidade gerencial das empresas rurais.

O intuito de desenvolver um *software* de registros de presunções é agilizar todo o processo de sua atuação no momento de realizar as presunções dos talhões, pelos quais é responsável, podendo facilmente se localizar e se informar do seu histórico de presunções (sendo presunção o termo usado para referenciar todas as atividades e planejamentos realizados).

Através da procura de *softwares* similares foram encontrados alguns que realizavam as medições das áreas e dos talhões, outros que realizavam apenas os registros das presunções, no entanto não fora encontrado nenhum que trouxesse todas as informações e mapeamento juntos, um sistema “completo” para que o agrônomo pudesse

ter total controle dos registros já feitos por ele.

O *software* idealizado terá a opção de realizar todo o mapeamento e registrar todas as presunções diretamente no mapa, ou seja, tudo geograficamente, trazendo facilidade e agilidade e um controle melhor das presunções definidas e o que deverá ser definido, podendo fazer demarcações geológicas de doenças ou pragas no talhão, registrando tudo, e contando com a mobilidade, facilidade e acessibilidade dos dispositivos móveis.

Dessa forma surgiu a proposta da criação de um *software* que irá servir para o profissional agrônomo como um diário de registros, auxiliando nas próximas presunções, tendo como facilidade os registros das fazendas, talhões, e suas presunções já feitas gravadas geograficamente no *software*. Isso fará com que o agrônomo tenha uma organização sobre suas presunções, armazenamento das informações obtidas e confiabilidade nos resultados obtidos.

Em sistemas de informações sabe-se da exigência dos profissionais em relação ao uso de *softwares*, então há necessidade de treinamento para se utilizar o sistema corretamente, resolvendo desta forma problemas em questão do manuseio. Deixa-se claro aqui que o custo do software que será desenvolvido em questão não deverá ser um impedimento, pois seu baixo custo de aquisição e manutenção, quando comparado aos grandes investimentos realizados com *softwares* de gestão empresarial das fazendas, será uma grande vantagem, principalmente para pequenos agropecuaristas.

Objetivos Gerais

Objetivo geral do projeto é auxiliar o agrônomo em suas tomadas de decisões fornecendo a ele um diário de registros de suas presunções a fim de aumentar o lucro e a produção do agricultor, e conseqüentemente a economia do país, já que o Brasil tem como principal fator econômico a agropecuária, em decorrência de seu vasto território rico e propício à agropecuária.

Objetivos Específicos

- Cadastro geográfico das demarcações das fazendas, áreas e talhões.
- Cadastro de presunções nas determinadas áreas da fazenda sobre determinado talhões geologicamente.

- Consultar suas presunções já realizadas, para melhorar os resultados das suas futuras presunções.

Organização do Trabalho

A monografia foi dividida em quatro capítulos abordando os seguintes assuntos:

- Capítulo 1: Agricultura de Precisão.
- Capítulo 2: Sistema de informação para Agricultura de Precisão.
- Capítulo 3: Sistema de Controle de Presunção.
- Capítulo 4: Resultados e Contribuições.

1 AGRICULTURA DE PRECISÃO

A agricultura de precisão (AP), ao contrário da agricultura convencional, é acima de tudo uma nova forma de manejo dos sistemas de produção agrícolas, a partir de sistemas que levam em conta a variabilidade espacial que ocorre naturalmente em um campo de produção. É, além disso, uma técnica que otimiza o uso de insumos, buscando melhor retorno financeiro e provocando menor impacto ao meio ambiente.

Um grande desafio da AP está em considerar as variações espaciais e temporais dos diversos parâmetros envolvidos no processo de produção agrícola. No solo, o teor de nutrientes, o teor de matéria orgânica, o pH, a umidade, as profundidades de camadas compactadas, entre outros parâmetros, apresentam variações que podem atingir até uma ordem de grandeza de um local para outro ou de uma data para outra, na mesma área de produção.

Toda a prática agrícola convencional está baseada em tratar o campo como homogêneo, ignorando tais variações. No manejo convencional, a informação para melhoria do processo de produção é obtida de umas poucas amostras dos parâmetros. A interpretação da informação assume um valor médio das amostragens. O uso da informação, ou seja, a aplicação de insumos (principalmente agroquímicos em geral) é uma constante baseada nessa média e independe da maior ou menor necessidade de cada ponto da aplicação (JORGE; NETO, 2012).

A agricultura de precisão é uma técnica que está sendo utilizada na agricultura recentemente. O principal objetivo é maximizar o uso dos insumos agrícolas, aproveitando o potencial dos solos, tais como fertilidade, a capacidade de absorção, textura e outras. Com essa ferramenta observa-se a redução parcial do uso de insumos por área, a realização das aplicações de fungicidas, inseticidas e herbicidas na hora exata e principalmente nas doses exatas, evitando qualquer tipo de desperdício ou de doses elevadas. Esses fatores reduzem as despesas da lavoura e resultam muitas vezes em aumento da produção por área (JORGE; NETO, 2012).

A agricultura de precisão permite melhorar o nível de gerenciamento da agricultura, oferecendo aos produtores melhor suporte para a tomada de decisão. Entre os benefícios, destacam-se a economia de insumos, o aumento da lucratividade e a potencial redução de impactos ambientais. São diversos os aspectos a serem analisados em AP, resultando na necessidade de se integrarem grandes quantidades de dados, em diversos

formatos e a partir de diversas fontes e provedores, para o que se recomenda o uso da TI (SARAIVA, 2003).

O insucesso da aplicação de AP pode comprometer seriamente a imagem das indústrias de máquinas e dos prestadores de serviços. Por outro lado, o sucesso da implementação traz, além de bons resultados, um processo agrícola mais racional, responsável e rastreável, demandante de mão de obra qualificada e, conseqüentemente, de desenvolvimento sustentável. As tecnologias disponíveis indicam que há potencial para gerar sistemas de recomendação de aplicação de insumos (corretivos, fertilizantes e defensivos) e uso de recursos naturais de forma mais eficiente, com alta probabilidade de retorno econômico e baixo impacto ambiental. Apesar de a grande maioria dos agricultores apresentarem dificuldade na implementação, há alguns casos pioneiros que têm adotado a AP de forma sustentável (BERNARDI et al., 2014).

Uma das dimensões que precisa de mais atenção nos estudos sobre inovação tecnológica na agricultura brasileira é a aplicação da Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs), responsáveis por uma revolução da vida social cuja profundidade talvez venha a ser comparável, dentro de alguns anos, àquela que marcou a passagem da sociedade rural para a vida nas cidades. É certo que até o presente as aplicações das TICs na agricultura estão avançando aos poucos, se comparáveis com o que já se vê em outros setores, tanto da indústria como nos serviços em geral. As TICs já estão presentes na agricultura, e, aos poucos, os *softwares* se tornarão tão essenciais nesse setor como já o são na área financeira, no comércio e em muitos segmentos da indústria (MENDES; OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

A comunicação contribui para a popularização da ciência, tornando-se a porta de acesso da sociedade aos avanços técnicos científicos obtidos nos laboratórios e campos experimentais dos centros de pesquisa e universidades, levando ao aprofundamento da consciência pública sobre o valor da ciência. O desafio está em ampliar os meios, canais e processos de relacionamento e informação com a sociedade, traduzindo para uma linguagem acessível os conhecimentos gerados, abrindo espaços para ampliar as discussões e para a reflexão, levando a apropriação do conhecimento gerado. Para tanto é necessário tornar público como esses conhecimentos e suas aplicações têm impacto no ambiente ou na vida cotidiana (BERNARDI et al., 2015).

1.1 Ferramentas

A agricultura de precisão está alicerçada em um conjunto de recursos que permitem que se faça em áreas extensas o que os pequenos agricultores sempre fizeram, que é o tratamento dos detalhes considerando as diferenças existentes dentro de um talhão, agregando todo o conhecimento acumulado pelas ciências agrárias até hoje.

A ideia fundamental é de que o agricultor possa identificar as regiões de altas e de baixas produtividades dos talhões e possa administrar essas diferenças com os mesmos critérios agrônômicos já dominados, porém com grau de detalhamento maior, portanto em escala compatível. Para que isso seja possível é necessário certo grau de automatização, que depende de algumas tecnologias recentes apenas adaptadas para o meio agrícola como é o caso dos sistemas de posicionamento por satélites, sistemas de informação geográficas, da informática e de muitos dos sensores e controladores utilizados nas máquinas agrícolas (MOLIN, 2004).

Na agricultura de precisão, novas tendências na análise de dados priorizam o desenvolvimento de modelos que levam em consideração a variabilidade espacial, evitando assim os efeitos de suavização geralmente resultantes dos procedimentos de interpolação.

Um fator primordial para aplicação da geoestatística que a agricultura de precisão contempla é a obtenção de dados com as correspondentes coordenadas geográficas. Os dados georreferenciados podem ser obtidos por meio de coleta in loco, mapas temáticos, imagens de satélite ou fotografias aéreas.

Em adição aos sensores remotos, já amplamente difundidos em suas aplicações, novos sensores proximais (sensores introduzidos em maquinários) podem também gerar uma grande quantidade de observações em alta resolução espacial. Eles normalmente realizam medições por contato direto com o solo e a planta, ou em distâncias de até 3 metros em relação ao terreno, dependendo do tipo de sensor. A frequência de leitura é sincronizada com a atualização de coordenadas do GPS (a cada segundo), tendo conseqüentemente o número total de observações por área como função da velocidade de operação dos implementos agrícolas. Dessa forma, viabiliza uma leitura quase contínua dos dados observados e promove uma alta densidade amostral, ou seja, em alta resolução espacial.

1.1.1 Tecnologia de Aplicação Variável

Conforme diversos autores, a agricultura de precisão pode ser dividida em três grandes etapas: na coleta de dados, com o objetivo de mapear a variabilidade espacial e temporal do campo; na análise de dados e tomada de decisões e na aplicação localizada de insumos agrícolas. As etapas da agricultura de precisão constituem um ciclo que é repetido a cada safra. Para completar o ciclo da agricultura de precisão, são necessários equipamentos com capacidade de aplicar, de forma precisa, insumos a taxas variáveis. O desenvolvimento da denominada “Tecnologia de Aplicação Variável” (VRT) requer pesquisas tanto na área de gerenciamento de dados como no projeto de equipamentos dedicados (UMEZU; CAPPELLI, 2006).

As VRT (Figura 2) podem ser definidas como o conjunto das tecnologias utilizadas para efetuar aplicações diferenciadas dos fatores de produção tendo em conta a informação recolhida para cada unidade de área específica, num determinado instante e numa determinada parcela de terreno. A variabilidade temporal e/ou espacial é, desse modo, tida em conta quando se aplicam os fertilizantes, os fitofármacos, as sementes ou a água de rega. As aplicações diferenciadas no tempo não levantam grandes problemas de especialização tecnológica, sendo sobretudo limitadas pela possibilidade de, em tempo oportuno, aceder e transitar nas parcelas (COELHO; SILVA, 2009).

Figura 2 - Equipamento VRT



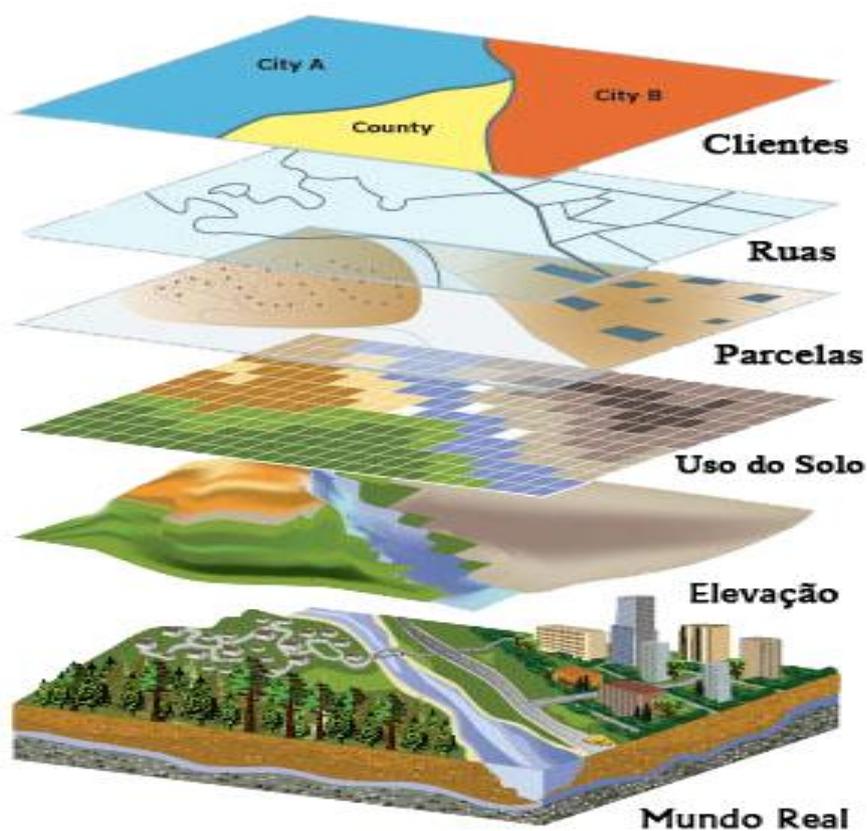
Fonte: CASE IH AGRICULTURE²

² Disponível em: <http://www.caseih.com>. Acesso em nov. 2015.

1.1.2 Sistema de Informação Geográfica

Convém falar dos detalhes das tecnologias utilizadas na Agricultura de precisão como o Sistema de Informação Geográfica (SIG). O termo é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho. Para que isso seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica como mostra a Figura 3 abaixo.

Figura 3 - Ilustração SIG



Fonte: Engtec – Engenharia e Tecnologia³

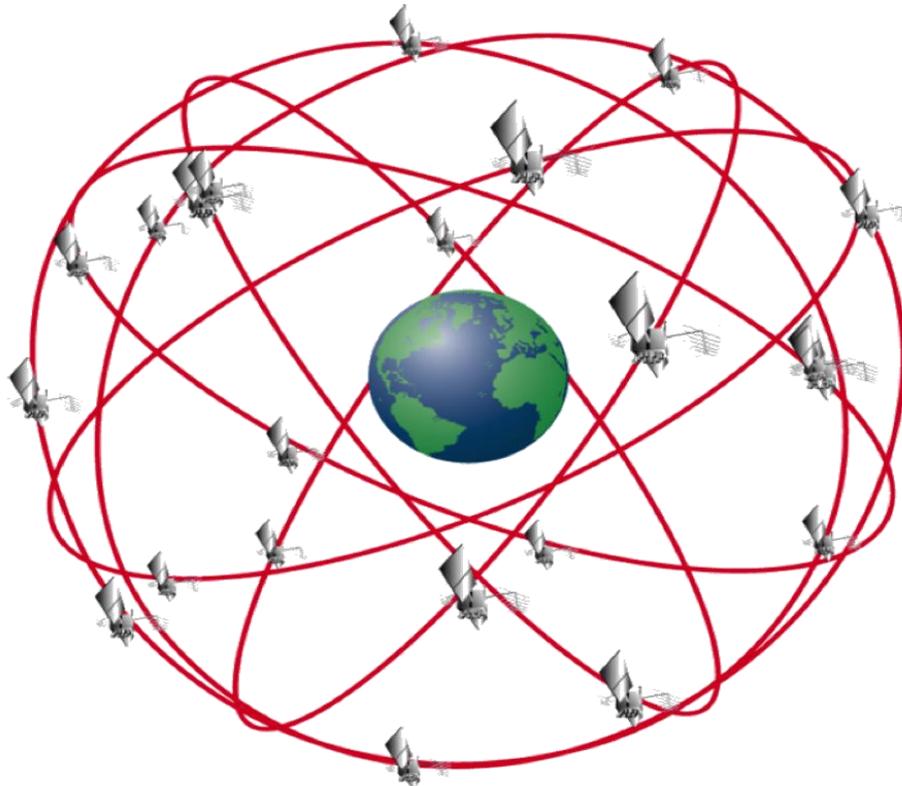
³ Disponível em <http://engtec.srv.br/sig-web.php>. Acesso em nov. 2015.

1.1.3 Sistema de Posicionamento Global

Outra ferramenta que é essencial para a agricultura de precisão é o GNSS (*Global Navigation Satellite System*), mais conhecido como GPS (Sistema de Posicionamento Global). Desde o lançamento dos primeiros receptores GPS no mercado, tem havido um crescente número de aplicações nos levantamentos topográficos, cartográficos e de navegação, face às vantagens oferecidas pelo sistema quanto à precisão, rapidez, versatilidade e economia.

Com o desenvolvimento da navegação espacial adjunto ao surgimento do GPS, vem se observando um grande interesse científico na criação de bancos de dados georreferenciados com extrema precisão, pois o sistema é uma grande ferramenta para estudos geodésicos, devido a sua precisão, além de permitir em tempo real o posicionamento em 3D.

Figura 4 - Segmento espacial: satélites e suas órbitas



Fonte: Santos, 2012.

De acordo com Coelho e Silva (2009), o sistema GPS pode ser dividido em 2 diferentes componentes.

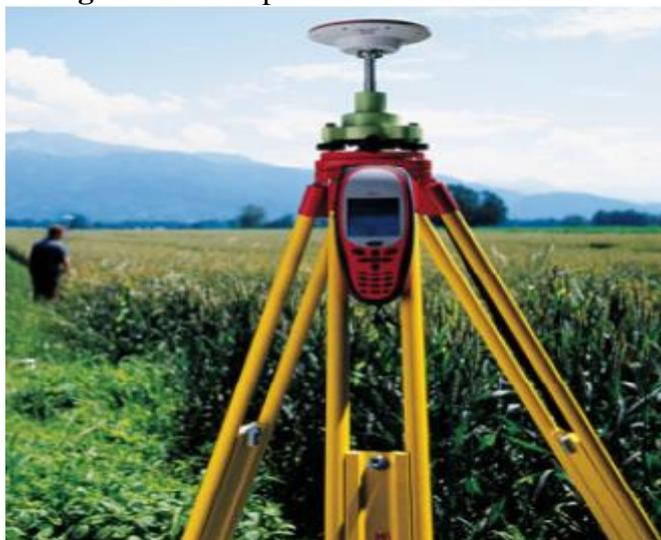
1.1.3.1 Sistema de Satélites

Composto por 24 satélites NAVSTAR (*Navigation by Satellite Timing and Ranging*) que giram em torno do globo terrestre, percorrendo uma órbita em cada 12 horas. Cada um desses satélites pode enviar ou receber sinais rádio. A forma como as suas órbitas estão dispostas garante que, em qualquer momento, existam pelo menos quatro satélites visíveis de qualquer ponto à superfície do globo terrestre. Naturalmente, os termos visíveis, neste contexto, significam apenas que os sinais rádio que enviam podem ser captados por um aparelho na Terra.

1.1.3.2 Receptor de Sinais no Utilizador

Possui três componentes principais: um receptor rádio, um relógio, e o *software* necessário para efetuar todos os cálculos que permitem determinar a sua localização ou posição geográfica (Figura 5).

Figura 5 – Receptor de Sinal de satélite



Fonte: COELHO; SILVA, 2004

1.1.4 Máquinas

O uso de maquinários na agricultura de precisão é de certa forma essencial, pois não seria possível realizar grandes cultivos com rapidez e precisão. Para aperfeiçoar os maquinários são usados os mais diversos sensores para a obtenção de informação contínua. Os tipos de sensores proximais mais utilizados e as diferentes tecnologias utilizadas para viabilizar esses sensores são: a) posicionamento, b) produtividade, c) propriedade do solo e d) cultivo (BERNARDI et al., 2004).

- Sensores de Posicionamento

Sensores de posicionamento de campo permitem a localização precisa dentro do talhão (latitude e longitude) e a medição de valores altimétricos que possibilitam o cálculo de atributos topográficos (por exemplo, declividade, aspecto, tamanho do pendente, área de contribuição e índice de encharcamento). São os sensores de posicionamento como o GPS.

- Sensores de Produtividade

Sensores de produtividade permitem quantificar parâmetros da produção em função da área colhida (por exemplo: massa, umidade, conteúdo de açúcar, óleo e proteínas). São os sensores de produtividade por fluxo ou por impacto.

- Sensores das Propriedades do Solo

Sensores das propriedades de solo quantificam atributos como o conteúdo de matéria orgânica, pH, capacidade de troca catiônica, textura, umidade, nutrientes e contaminações. Incluem equipamentos como espectrômetros de infravermelho, condutivímetros elétricos por contato ou indução eletromagnética (EMI)

- Sensores de Cultivo

Sensores de cultivo indicam o grau de desenvolvimento das plantas (por exemplo: teor de nitrogênio e clorofilômetros). São os sensores ópticos de cultivo por

infravermelho, laser e radares.

1.2 Considerações Finais

Com a revisão realizada sobre o tema, pode-se compreender melhor que a agricultura de precisão vem se tornando um fator primordial no campo. Os grandes fazendeiros já não conseguem imaginar a realização de todo o trabalho para manter suas lavouras bem tratadas e com um alto índice de qualidade sem o uso da AP, as ferramentas e as tecnologias oferecidas, que podem ser diversas e os seus resultados surpreendentes, o que de certa forma, faz com que seja obsoleto o fazendeiro realizar todos esses processos ainda manualmente.

2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO

No início, os computadores eram tidos apenas como "máquinas gigantes" que tornavam possível a automatização de determinadas tarefas em instituições de ensino/pesquisa, grandes empresas e nos meios governamentais. Com o avanço tecnológico, tais máquinas começaram a perder espaço para equipamentos cada vez menores, mais poderosos e mais confiáveis.

O desenvolvimento de pesquisas em agricultura de precisão iniciou-se praticamente a partir de 1980. Nos primeiros dez anos, as pesquisas concentravam-se na área de desenvolvimento de sensores. Com o final da implantação do Sistema de Posicionamento Global ocorrida em 1993, houve um enorme aumento no número de pesquisas voltadas para a AP. Em geral, todos os grandes centros de pesquisas em Engenharia Agrícola e Agricultura estão trabalhando no desenvolvimento de técnicas para a AP. As indústrias de máquinas agrícolas têm acompanhado esse desenvolvimento, sendo que atualmente há um grande número de indústrias fabricando máquinas e sistemas de controle, bem como empresas especializadas no desenvolvimento de *softwares* para a AP.

Tal interesse pela agricultura de precisão assemelha-se relativamente ao uso da energia, que ocorreu nos anos 70. A grande diferença é que a popularização da Internet, ocorrida a partir de 1992, intensificou a troca de informações entre os grupos de pesquisas e os meios de produção. Em diversos endereços na internet, há disponibilidade de relatos de experiências que estão sendo desenvolvidas na AP, bem como relatos de fornecedores de equipamentos e *software* sobre as características dos produtos em oferta no mercado (QUEIROZ; DIAS; MANTOVANI, 2000).

A TI pode ser definida como o conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos de computação que visam permitir a produção, armazenamento, transmissão, acesso, segurança e o uso das informações. Na verdade, as aplicações para TI são tantas e estão ligadas a tantas áreas que há várias definições para a expressão e nenhuma delas consegue determiná-la por completo. Ao citar TI na Agricultura de Precisão, isso requer um tratamento de grandes quantidades de dados e variáveis, que podem ser obtidos a partir de diversas fontes e em formatos diferentes, dificultando a construção de sistemas de informação específicos. Para que a tomada de decisão seja ágil, recomenda-se o desenvolvimento de sistemas de informação para aplicativo (APP) (ROBERT, 1999).

Os sistemas desenvolvidos devem considerar a potencial diversidade de provedores de dados e os vários formatos em que os dados necessários podem estar armazenados nesses provedores (MURAKAMI, 2006).

A AP consiste em um ciclo de análise da produtividade do solo, análise das características do solo, controle preciso da aplicação de insumos e correção da terra e controle preciso da plantação e da aplicação de agrotóxicos. As vantagens de sua aplicação são muitas: a economia de insumos agrícolas (agrotóxicos e fertilizantes), o aumento da produtividade e a sustentabilidade da terra em longo prazo, explorando-a de forma otimizada e não depredadora. Essas vantagens são comprovadas no campo científico e prático. Experimentos comprovaram aumentos de produtividade de 20% a 29%, e economias de 13% a 23% de insumos agrícolas, com relação a médias nacionais. A Figura 6 exibe simplificada os ciclos de agricultura convencional e AP.

Figura 6 - Ciclos de agricultura convencional e de precisão



Fonte: ARVUS, 2012 ⁴

⁴ Disponível em http://www.arvus.com.br/publicacoes_exibe.html?id=1. Acesso em jun. 2015.

2.1 Estudo de Caso de Soluções para APP

A implementação de um sistema de AP implica um ciclo fechado de tarefas. Os usuários e pesquisadores têm como uma verdade já consagrada que o mapa de colheita é a informação mais completa para se visualizar a variabilidade espacial das lavouras. Várias outras ferramentas têm sido propostas para se identificarem as manchas existentes em um talhão. É assim que as fotografias aéreas, as imagens de satélite, a videografia e outros têm sido testados. Todas têm seu potencial e muita novidade ainda deve surgir nessa área. Porém o mapa de produtividade materializa a reposta da cultura (MOLIN, 2000).

Interpretar a enorme quantidade de dados coletados, entender as causas e propor estratégias para gerenciar a variabilidade do campo, frequentemente são apontados como alguns dos principais problemas para o avanço da AP. Os sistemas de informação tornam-se fundamentais na solução desses problemas, mas, apesar de existirem muitos pacotes de *software* disponíveis no mercado, variando de muito simples a muito sofisticados, diversos sistemas originados de experiências de pesquisas, a natureza proprietária e monolítica das soluções podem impedir o uso em larga escala. A AP envolve uma grande variedade de técnicas de análise, fontes e formatos de dados, perfis de usuário, e muitos outros aspectos que tornam uma aplicação muito complexa do ponto de vista da engenharia de software (MURAKAMI, 2006).

2.2 Desafios

Quando se avalia a dimensão e complexidade dos desafios, conclui-se que o Brasil precisa investir mais em processos de inteligência para o agronegócio. Consolidação de “inteligência estratégica” e “inteligência competitiva” torna-se uma necessidade cada vez mais destacada nesta era de rápidas mudanças e constantes quebras de paradigmas. O mundo muda com muita rapidez, e os alvos se tornam cada vez mais difusos e móveis, dificultando decisão e ação de forma rápida e tempestiva. As revoluções no mundo da ciência e da tecnologia indicam que instituições de pesquisa e as empresas do agronegócio não podem trabalhar “mirando o retrovisor”. É preciso que a agricultura brasileira se sustente em forte capacidade de antecipação de riscos, de oportunidades e de desafios, além de processos coordenados de decisão e ação (LOPES; CONTINI, 2012).

2.3 Estudo de Caso APP

Nesta seção serão abordados *softwares* correlacionados ao projeto proposto, aplicativos com a função de organizar as atividades do agrônomo, demonstrando as funções existentes e o diferencial entre eles. Existem vários aplicativos e sistemas que auxiliam os agricultores e agrônomos em suas tomadas de decisão; alguns desses exemplos serão descritos a seguir.

Como podemos observar nas figuras abaixo (Figura 7, Figura 8 e Figura 9), foram selecionadas algumas telas do aplicativo FarmLogs, nas quais podemos observar que é possível ao usuário fazer o cadastro das áreas geologicamente e usar um cadastro vinculado a fazendas para realizar o registro. O mesmo pode-se observar com o APP Virtual Farm, que tem também a função de demarcação dos maquinários sobre os talhões registrados pelo usuário.

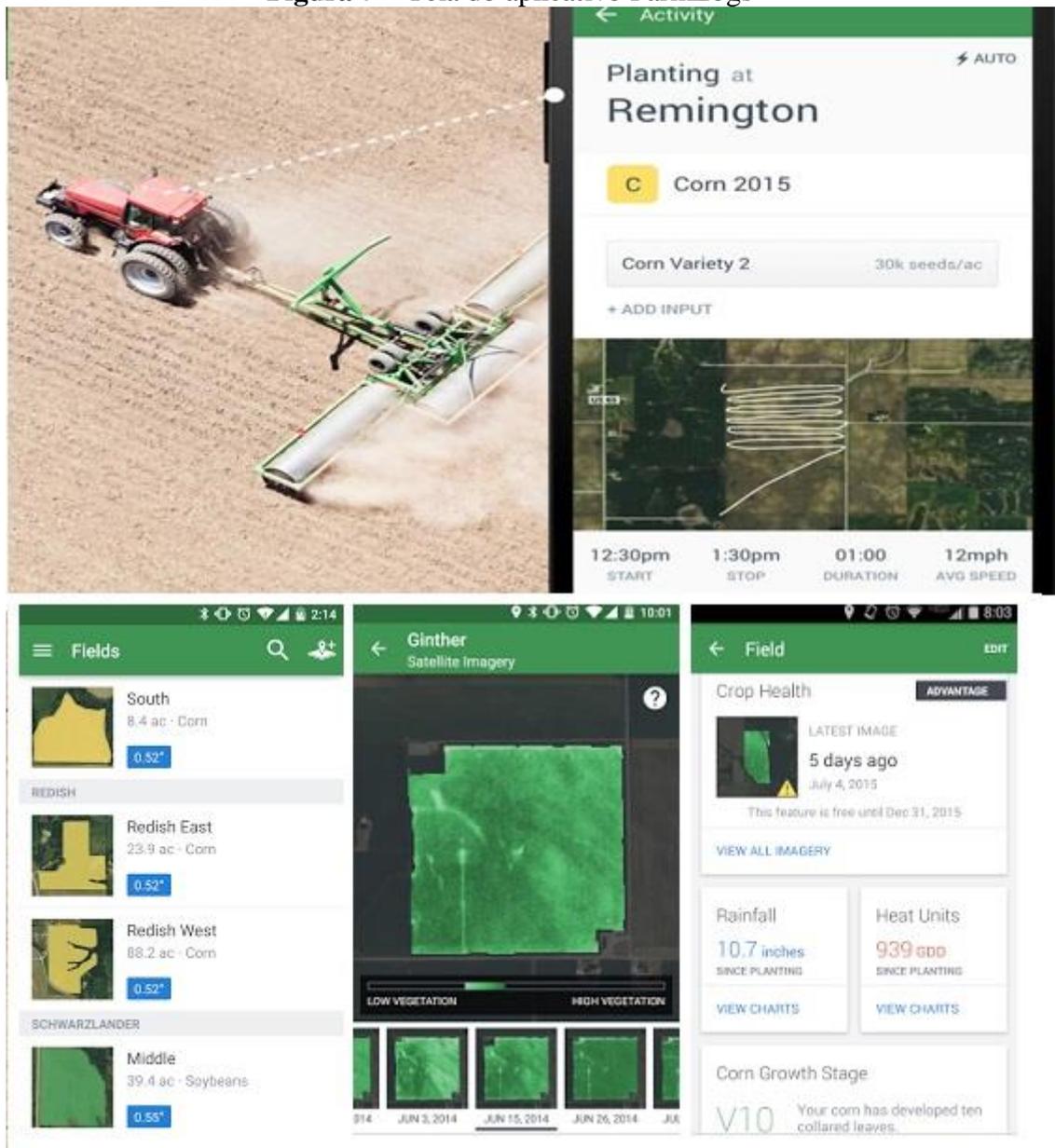
O diferencial do aplicativo de registros de presunções é trazer as demarcações das fazendas e talhões geograficamente, como nos aplicativos mostrados, no entanto as informações das demarcações deverão vir junto com as presunções em um mapa único, sem que para isso o usuário tenha que acessar o cadastro das presunções em outros formulários. A ideia é que o agrônomo/profissional no momento em que inicia seu trabalho no campo e acessa o APP, já visualizará a sua posição no mapa, onde serão mostradas todas as presunções já realizadas.

Fora observado nos APP pesquisados que os dados registrados não resgatam todas as informações completas da análise do agrônomo. Por isso, no APP proposto na presente pesquisa, pretende-se criar um campo livre para que se possam registrar todos os tipos de informações das presunções definidas, registrando a data do cadastro, para então facilitar uma busca futura por registros antigos.

2.3.1 FarmLogs

FarmLogs é um APP que conecta o usuário com a informação que necessita para tomada de decisões informadas que possam otimizar sua produção agrícola. Desenvolvido para *Android*, oferece ao usuário a capacidade de observar em mapas os relatórios da saúde, safra, chuvas e calor, dados do solo, história das culturas, mapas de produtividade, registrando todas as informações para cada um dos seus campos, mantendo o controle de suas operações agrícolas no campo.

Figura 7 – Tela do aplicativo FarmLogs



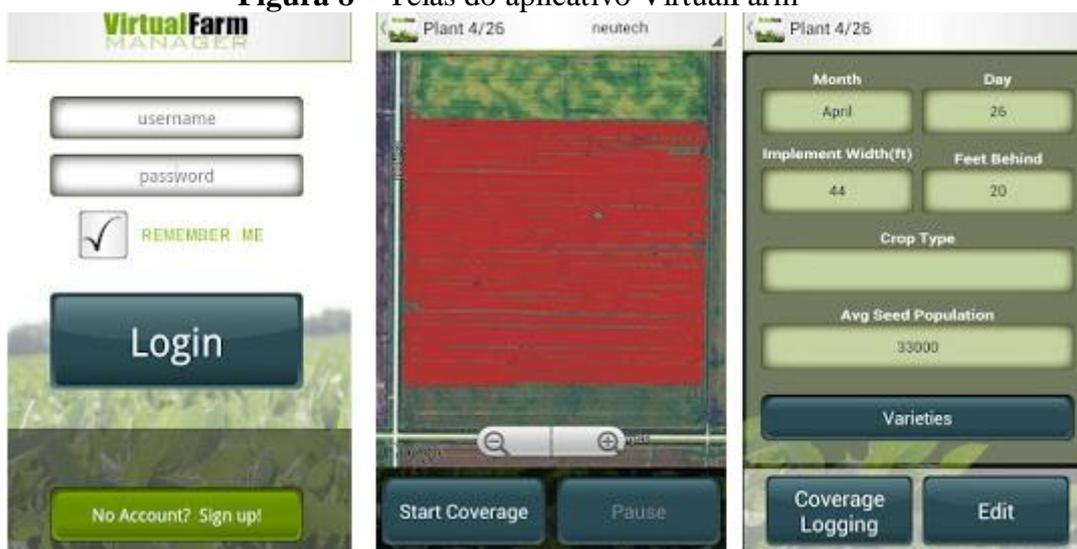
Fonte: AgriSight Inc FarmLogs⁵

2.3.2 Virtual Farm

Virtual Farm é outro APP pesquisado que registra as ocorrências da fazenda na web ou no dispositivo móvel como data de plantios, produção e condição das pulverizações, mesmo que o software não possua um serviço online. Tem a função de demarcar as fazendas geograficamente e registrar os dados do agrônomo. Seguem algumas imagens do aplicativo (Figura 8).

⁵ Disponível em: <https://farmlogs.com/farm-management-features/>. Acesso em nov. 2015.

Figura 8 – Telas do aplicativo VirtualFarm



Fonte: App VirtualFarm⁶

A terceira imagem da tela do APP, auxilia também os maquinários na hora do plantio, evitando perdas dos produtos usados para a prevenção de pragas ou doenças e de desperdício de sementes na hora da semeadura.

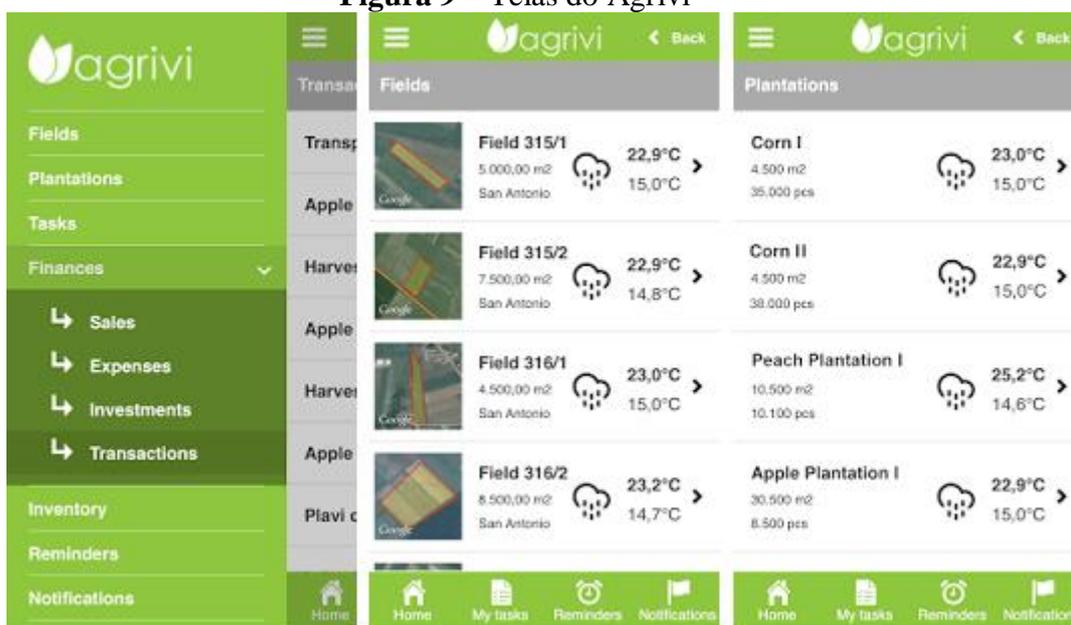
2.3.3 Agrivi

Um terceiro e último APP analisado nos apresenta uma ideia muito próxima de funcionalidades com o *software* proposto na pesquisa atual. O Agrivi aplicação móvel permite que os agricultores tenham uma visão rápida em suas atividades agrícolas e possam registrar atividades chave direto do campo. Agrivi é um *software* de gestão agrícola que fornece aos profissionais o controle sobre suas plantações.

Agrivi orienta os agricultores a melhorar sua produção e aumentar a produtividade. Porém como diferencial o presente *software* em desenvolvimento tem como foco o agrônomo e não o produtor rural, o que pode ser uma vantagem, pois as informações ali registradas tendem a ser muito mais complexas e completas. Ao se observarem as imagens das telas do APP Agrivi (Figura 9), pode-se observar que o mesmo não traz as informações diretamente no mapa, como escrito anteriormente.

⁶ Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=md.app.vfm&hl=pt_BR; Acesso em set. 2015.

Figura 9 – Telas do Agrivi



Fonte: App Agrivi⁷

2.4 Considerações Finais

No Brasil, apesar da evolução em questão de tecnologia na agricultura e no agronegócio, ainda existem diversos sistemas e aplicativos com alta qualidade e funcionalidade a serem explorados e desenvolvidos, pois, mesmo tendo as ferramentas aqui pesquisadas, o Brasil tem que continuar a desenvolver pesquisas na interface TI e AP, já que possui a vantagem de ter um vasto território fértil a ser explorado.

⁷ Disponível em: <http://www.agrivi.com/pt/>; Acesso em set. 2015.

3 SISTEMA DE CONTROLE DE PRESUNÇÃO

Abordamos como tema, para o desenvolvimento do projeto, a Agricultura de Precisão com a intenção de auxiliar o agrônomo nas tomadas de decisões feitas nas fazendas em que trabalha, para aumentar assim seu desempenho nas presunções ou avaliações. O projeto traz como solução todos os registros que o agrônomo já analisou, funcionando assim como um diário de registros: tudo marcado geologicamente. Existem outras soluções, algumas mais complexas, ou outras com enredos diferentes, mas a intenção do aplicativo é ser rápido e de fácil manuseio.

O aplicativo possui um cadastro de usuário para que o agrônomo possa fazer sua autenticação para o acesso ao sistema. Após o acesso na tela principal, podem ser visualizadas três abas: na primeira serão exibidas todas as fazendas cadastradas; a segunda apresentará a lista das presunções realizadas pelo agrônomo; a última aba será o ponto chave do sistema, pois nela será possível visualizar todas as presunções com as suas respectivas datas marcadas no mapa. Ao clicar na data/presunção requerida, poderá ser visualizada, com mais detalhes, a presunção, trazendo seu cadastro para que se possa ter uma melhor análise e até mesmo editar o que já foi escrito.

No toolbar da tela principal, haverá três opções: a primeira será a de busca, na qual será possível filtrar as presunções por nome ou por data, visualizando-as na aba onde se encontram todas as presunções marcadas no mapa; a segunda opção será a de cadastro da fazenda, onde se cadastrarão os nomes das fazendas em que o agrônomo exerce suas funções; na última opção serão realizados os cadastros de presunções. No cadastro de fazenda, haverá a opção talhões, onde será visualizada uma lista dos cadastros de talhões, sendo possível realizar também os cadastros de novos talhões especificamente para aquela fazenda.

O objetivo é oferecer um aplicativo simples e de fácil manuseio, facilitando as atividades do agrônomo, que terá tudo registrado em seu celular, o que lhe dará a vantagem de buscar esses registros de forma rápida, observando a aba onde se localiza o mapa com suas presunções. O agrônomo terá como vantagem também suas presunções registradas, evitando perdas, garantindo o rápido acesso a esses registros e tendo maior eficiência nas suas avaliações futuras, tornando seu trabalho mais eficaz e de melhor qualidade.

3.1 Funcionalidades

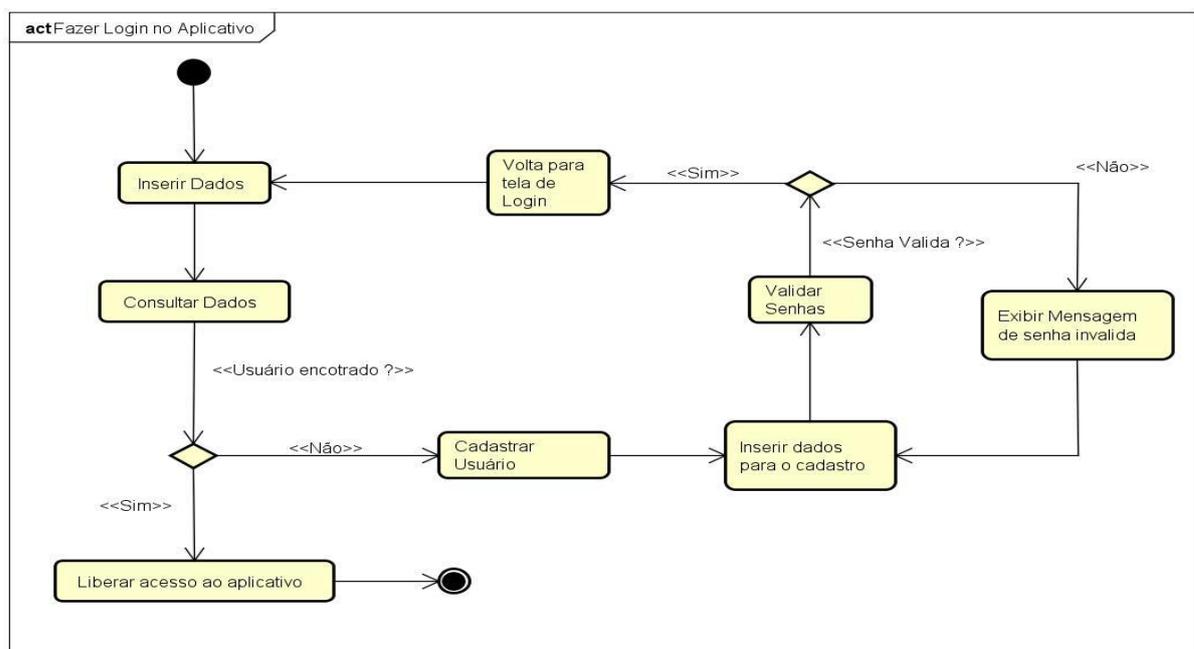
Para o correto funcionamento da aplicação, as funcionalidades da mesma serão descritas abaixo.

3.1.1 Login

O aplicativo contém uma tela de login, onde há os campos de preenchimento para o acesso no sistema. O login e a senha devem que ser preenchidos para que, posteriormente, seja realizada a verificação no banco de dados, que se encontra localmente no celular usando o SQLite. A verificação é então realizada, e o aplicativo retornará caso aquele login e a senha já constem no banco de dados; caso não seja encontrado, uma mensagem de usuário não cadastrado será exibida. Abaixo do botão de *validar*, há a opção de se realizar um novo cadastro de usuário.

O cadastro de usuário contém login, senha e reescrever senha, sendo que neste último campo é realizada uma validação para verificar se o usuário digitou sua senha corretamente. Depois de realizada a validação, basta utilizar o botão, cadastrar, para enviar essas informações para o banco de dados, e o usuário será registrado, podendo ter acesso ao sistema. O Diagrama de funcionalidades do cadastro pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Diagrama da funcionalidade login



3.1.2 Cadastro de Fazenda

Após realizar o login no sistema, o acesso à tela principal é liberado, sendo realizada uma busca no banco de dados local, procurando fazendas já cadastradas desse usuário e retornando todos registros das fazendas em uma lista. Caso não haja nenhuma fazenda, a opção no toolbar de incluir nova fazenda realizará o comando de registrar uma nova fazenda, sendo exibida a tela de cadastro de fazenda.

Na tela de incluir uma nova fazenda, há três campos: nome da fazenda, total de hectares e quantidade de talhões. Após inserir os dados nos campos, haverá um mapa abaixo, no qual fica a critério do usuário se deverá ou não marcar a localidade da fazenda. Se assim o desejar, haverá a marcação por meio da longitude e da latitude registradas, bastando clicar no botão salvar no toolbar para inserir os dados no banco de dados localmente. Após o armazenamento da fazenda, o usuário poderá realizar o registro de talhões, selecionando a fazenda cadastrada na lista, por meio de uma consulta no banco de dados. A tela de inserir será exibida, novamente, com todos campos preenchidos, sendo que, com os dados recuperados da consulta realizada neste momento, o botão de realizar os cadastros dos talhões é, então, habilitado.

3.1.3 Cadastro de Talhões

Ao clicar no botão de cadastro de talhões, uma consulta é realizada no banco de dados, verificando a existência de talhões cadastrados para aquela fazenda. Caso não haja talhões cadastrados, o botão no toolbar tem a função de realizar uma nova inserção de um talhão. A tela de cadastro é exibida, após ação, contendo dois campos: nome do talhão e tipo de plantação que será realizada. Após a inserção dos dados nos campos, um mapa abaixo é exibido com a mesma funcionalidade da fazenda, marcando onde se localiza o talhão e salvando a sua posição no banco de dados localmente. Depois de realizar o preenchimento dos campos, o botão salvar realizará a inserção dos dados no banco, e a lista de talhões será exibida novamente finalizando o cadastro de talhões.

3.1.4 Cadastro de Presunções

Na tela principal, ao selecionar a aba presunção, uma lista é exibida, e uma consulta é feita procurando todas as presunções cadastradas no banco de dados. Caso não haja nenhuma

presunção, no toolbar, abaixo da opção de inserir fazenda, encontra-se a opção de inserção de uma nova presunção. A tela de cadastro de presunções é exibida com os campos: nome da presunção, descrição da presunção, data do registro, a que talhão essa presunção pertence. Logo abaixo dos campos, um mapa é exibido, onde é possível também registrar a latitude e longitude da presunção no banco de dados. Após o preenchimento das informações, a ação do botão salvar deve ser acionada para que o aplicativo faça a inserção no banco de dados.

3.1.5 Mapa

Por fim, temos a funcionalidade da aba mapa. Ao selecionar a aba, uma consulta é realizada no banco de dados, buscando todas as presunções cadastradas no aplicativo, e os registros que possuem sua latitude e longitude são exibidos no mapa. Essas marcas têm a função de realizar uma busca dentro dos cadastros de presunção, assim exibindo o cadastro do registro e possibilitando ao usuário a edição de seus dados. Na Figura 11 é exibido o diagrama de sequência das funcionalidades citadas.

3.2 Requisitos desejáveis e desafios para o desenvolvimento do projeto

O aplicativo possui funções básicas e é composto pelos seguintes requisitos:

- Cadastrar usuário: o aplicativo permite que o usuário possa efetuar um novo registro caso ainda não o tenha;
- Autenticação: valida os usuários cadastrados no aplicativo para obter acesso;
- Cadastrar fazendas: permite ao usuário realizar um novo cadastro de fazenda;
- Editar fazenda: permite que o usuário possa fazer alterações em suas fazendas registradas;
- Cadastrar talhões: permite ao usuário cadastrar novas áreas relativas às fazendas já cadastradas.
- Editar talhões: permite fazer alterações em seus talhões já registrados;
- Cadastrar presunções: permite ao usuário cadastrar novas presunções demarcando seus respectivos talhões;
- Editar presunções: permite ao usuário fazer alterações em suas presunções já registradas;
- Consultar mapa: permite ao usuário ter uma visão ampla de todas as presunções já registradas geologicamente;
- Resgatar presunção pelo mapa: permite que o usuário possa fazer uma alteração na presunção sem que haja a necessidade de entrar no cadastro;
- Buscar presunção: permite ao usuário realizar um filtro para obter determinadas presunções no mapa.

Os principais riscos da aplicação são: o usuário perder o seu celular e os dados que são salvos localmente, ou o dispositivo móvel ser infectado por vírus, ocorrendo a perda total dos dados, principalmente aqueles gravados no dispositivo.

O grande desafio deste projeto foi aprender e desenvolver a linguagem *Android* e com isso tentar usufruir de suas principais funcionalidades e de seus componentes como o uso da API do *google* entendendo seu funcionamento e utilização na aplicação, além de desenvolver a busca personalizada das presunções junto com a listagem de todas as presunções na API. Para o futuro, penso que não só para este projeto, mas para qualquer desenvolvedor o desafio, é fazer com que o APP seja útil e funcional para o usuário, e ir aperfeiçoando-o na medida das

necessidades desse usuário. A constante atualização e melhora de funcionalidades e desempenho se faz necessária para que, dessa forma, o aplicativo não se torne obsoleto e novos APP surjam e tomem espaço daquilo que já está em circulação.

3.3 Implementação da Solução

O aplicativo foi desenvolvido na linguagem nativa *Android* utilizando a plataforma Java no Eclipse, sendo testado em um modelo de dispositivo virtual gerado pelo Eclipse. Sendo o aplicativo nativo, há mais vantagens para este projeto, pois pode-se tirar mais vantagens dos dispositivos, como a rapidez e recursos não disponíveis na linguagem web.

O projeto foi dividido em quatro etapas que estão descritas abaixo:

- Pesquisas e estudo sobre a agricultura de precisão abrangendo todos os tipos de assuntos que envolvem a AP.
- Pesquisas e estudo sobre a linguagem nativa *Android*, plataforma Java e o Eclipse onde o aplicativo foi desenvolvido.
- Implementação e testes do aplicativo de controle de presunções.
- Coleta dos resultados e correção da monografia e do APP.

3.3.1 Tecnologias do Projeto

O aplicativo foi desenvolvido com ajuda de *softwares* e *Application Programming Interface* (API), podendo ser observadas, nas descrições a seguir, quais tecnologias foram utilizados, com uma prévia sobre suas configurações e detalhamentos.

- Android

Para o desenvolvimento do aplicativo, foi usado o *software* eclipse, que consiste em uma plataforma de desenvolvimento aberta, composta por estruturas extensíveis e ferramentas. Junto à eclipse, foi utilizado ADT Bundle, que fornece um conjunto de ferramentas próprias do *Android* (2015), integrado com o eclipse e componentes do SDK do *Android*, o que inclui também documentações, código e utilitários para o desenvolvimento, mantendo assim um padrão para o aplicativo.

O desenvolvimento foi realizado na versão 5.5.1 do *Android* chamado Lollipop,

utilizando um dispositivo móvel particular para realizar os testes, que possui a versão compatível e os componentes necessários como o google play services.

- API do Google

Foi utilizada a API google maps versão *Android* API v2, distribuída como parte do Google Play services SDK, que permite sobrepor seus próprios dados em um mapa personalizado do Google. Poderosa plataforma de mapeamento do Google, incluindo imagens de satélite, Street View, relevo, rotas de carro, mapas estilizados, informações demográficas, análises e um grande banco de dados de lugares.

O Google Maps API v2 *Android* usa um novo sistema de gerenciamento de chaves que pode ser obtido utilizando o Google console a chave do Google Maps API baseada em um pequeno formulário de certificado digital do seu aplicativo, conhecido como SHA-1 fingerprint: uma sequência de texto único, gerado a partir do algoritmo comumente usados SHA-1 hashing. Porque a fingerprint é única, o Google Maps pode usá-la como uma forma de identificar a sua aplicação.

Para usar a API do Google Maps, é necessário habilitar algumas permissões no aplicativo tais como fazer requisição com o servidor para carregar o mapa, obter permissão para encontrar sua localização, para usar o *wi-fi* e gravar armazenamentos externos.

3.3.2 Estrutura do Código

Para o desenvolvimento do projeto foi usada a estrutura MVC (*Model View Control*), que fornece uma maneira de dividir a funcionalidade envolvida na manutenção e apresentação dos dados da aplicação. A arquitetura MVC foi desenvolvida para mapear as tarefas tradicionais de entrada, processamento e saída para o modelo de interação com o usuário. Usando o padrão MVC, fica fácil mapear esses conceitos no domínio de aplicações Web multicamadas.

O principal benefício do MVC para desenvolvedores é a separação de interesses. Cada parte do MVC cuida de seu próprio trabalho: a *view* cuida da interface com o usuário, o *model* se encarrega dos dados, e o *control* envia mensagens entre os dois. Seguem explicações mais detalhadas das camadas:

- View

Qualquer retorno de dados para uma interface é responsabilidade da *view*. A *view* deve saber renderizar os dados corretamente, mas não precisa saber como obtê-los ou quando renderizá-los.

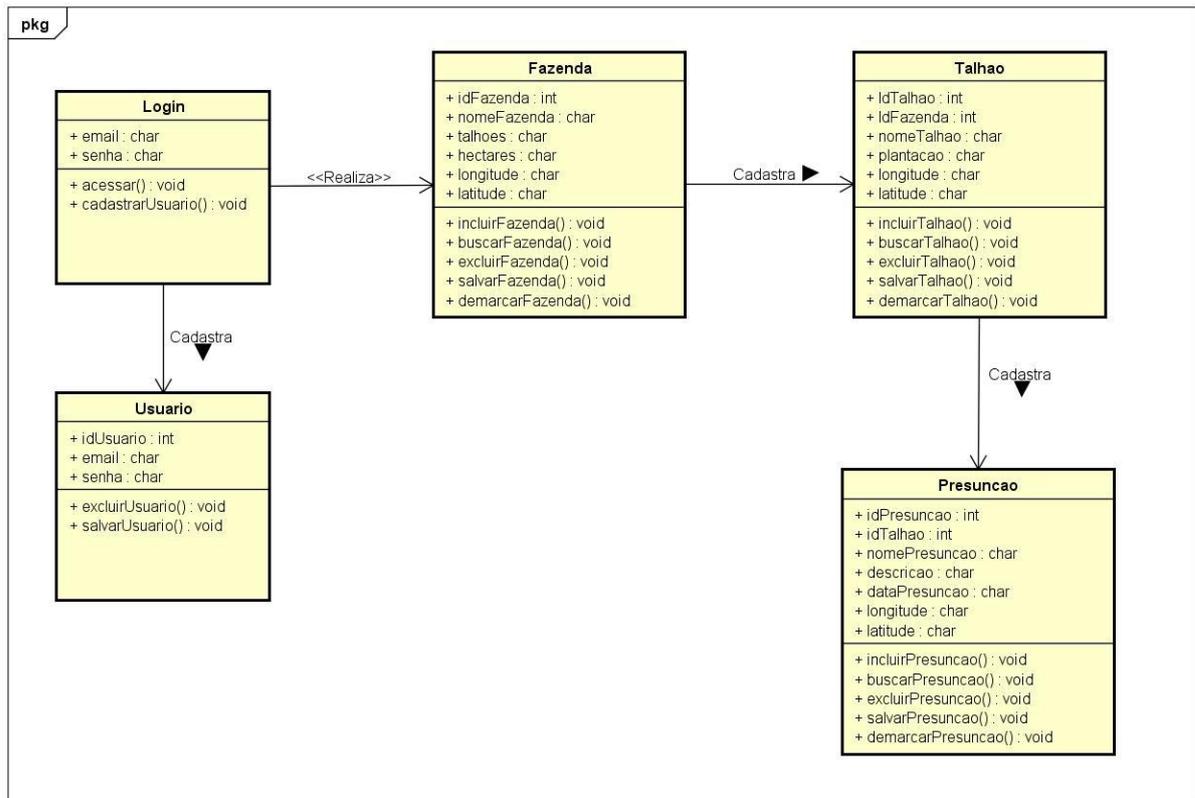
- Model

A *model* deve saber como executar as tarefas mais diversas, mas não precisa saber quando deve ser feito, nem como mostrar esses dados. A *model* representa os dados da aplicação e as regras do negócio que governam o acesso e a modificação dos dados. O *model* mantém o estado persistente do negócio e fornece ao controlador (*control*) a capacidade de acessar as funcionalidades da aplicação encapsuladas pelo próprio modelo.

- Control

A camada *control* define o comportamento da aplicação. É ele que interpreta as ações do usuário e as mapeia para chamadas da *model*. Quaisquer alterações na *control* são transparentes para a *view*, e as mudanças de interface do usuário não afetarão a lógica de negócios e vice-versa. Também é responsabilidade da *control* cuidar das requisições (*request* e *response*). A *control* não precisa saber como obter os dados nem como exibí-los, só quando fizer isso. Na Figura 12, podemos observar um diagrama de classe da aplicação para melhor demonstração.

Figura 12 - Diagrama de Classe da Aplicação



powered by Astah

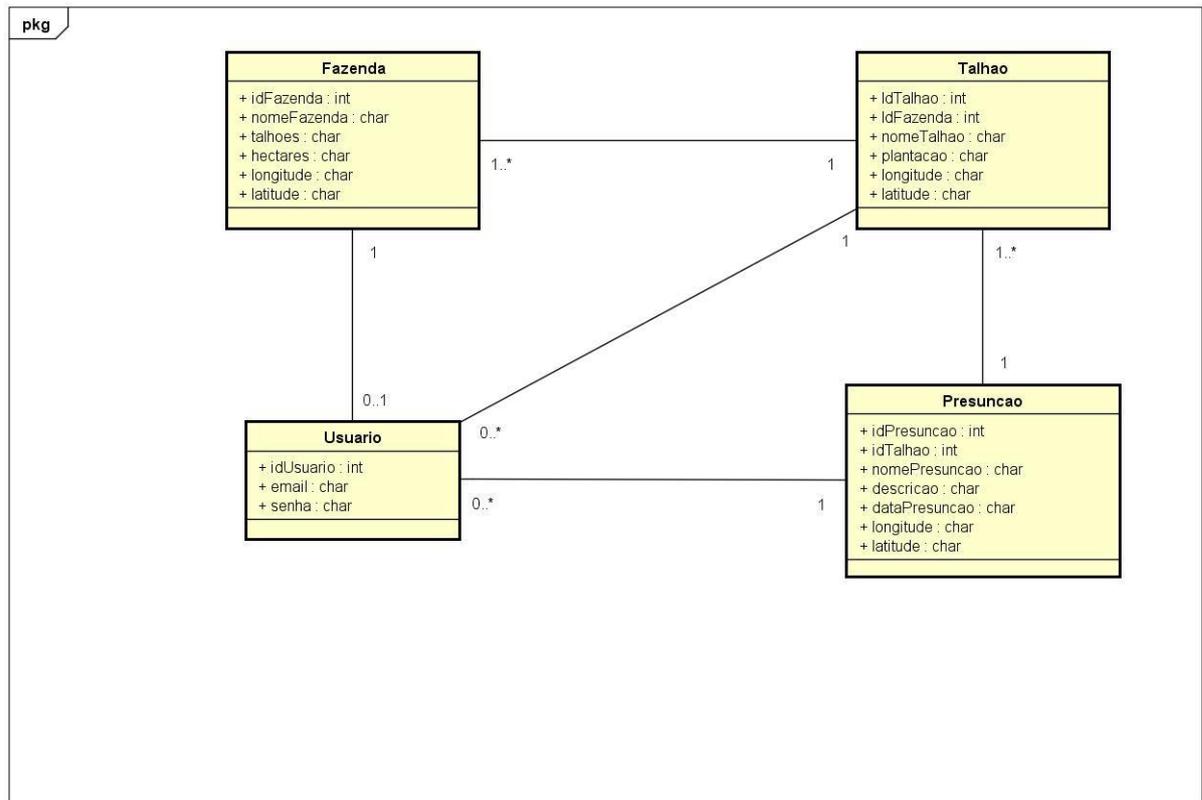
Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.3 Estrutura de Armazenamento

A solução usada para a estrutura de armazenamento da aplicação foi o uso do banco de dados do próprio *Android* o SQLite, um banco de dados "light", como o próprio nome sugere, e que faz a leitura no mesmo servidor em que se encontra o projeto. Contém uma biblioteca feita na linguagem C que implementa um banco de dados SQL embutido. Programas que usam a biblioteca SQLite podem ter acesso a banco de dados SQL sem executar um processo de Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) separado. A biblioteca lê e escreve diretamente para o arquivo do banco de dados no disco.

Um banco de dados simples para administrar, implementar e de realizar manutenção. Essas características são mais importantes que incontáveis recursos que SGBDs mais voltados para aplicações complexas possivelmente implementam. Tal descrição pode ser mais bem observada, na Figura 13, no Diagrama Entidade-Relacionamento (DER).

Figura 13 - Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)



powered by Astah

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

3.3.4 Implementação do processo de presunção

O processo de presunção é o enredo mais importante do projeto, pois é o seu objetivo principal, quando será projetado e descrito pelo agrônomo no APP, sendo que suas informações devem ser descritas em um único campo livre, no qual o usuário terá liberdade para poder acrescentar quaisquer anotações que se ele achar necessárias.

Todas as presunções são listadas, geograficamente, em um mapa contendo o nome da presunção e data de realização, havendo também uma ferramenta de busca, por meio do qual se irão filtrar as presunções que aparecerão no mapa, tendo-se a opção de editá-las, podendo ser acessadas todas diretamente no mapa.

Para realizar essas funcionalidades, foi preciso criar um cadastro de presunção simples, onde o usuário informa a data, o ponto geográfico da localização da presunção em um mapa (dentro do cadastro) e a presunção realizada. Posteriormente, os dados são salvos no banco de dados e, ao se selecionar a aba mapa, é realizada uma requisição no banco, que listará todas as presunções, marcando seus pontos geográficos no mapa. Dessa forma, ao selecionar os pontos marcados, será acessado o cadastro de presunção, filtrando a presunção

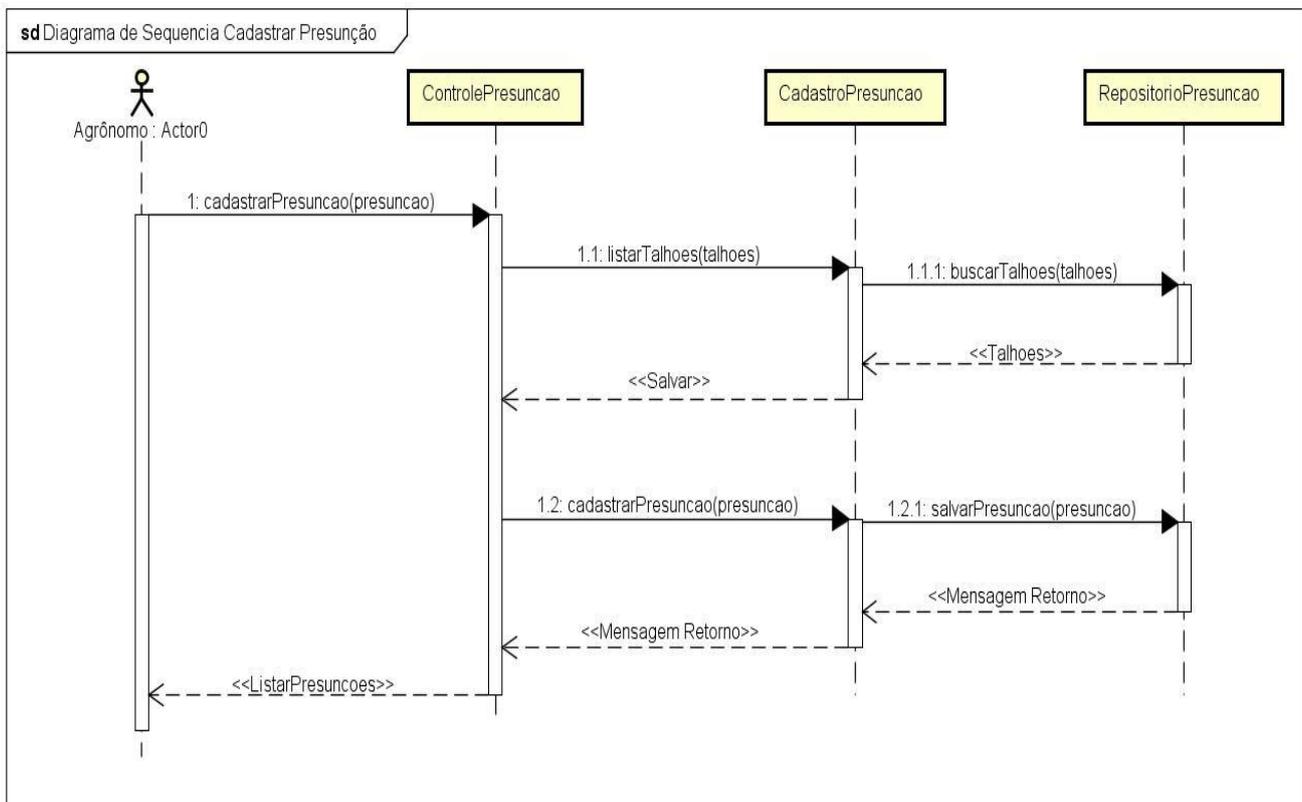
selecionada.

Outra funcionalidade que pode ser observada é durante a seleção da aba mapa: a tela se move até um ponto que, por sua vez, marca sua localização, assim facilitando ao agrônomo para encontrar as presunções mais próximas a ele, levando-se em consideração que o agrônomo estará dentro da fazenda para fazer a análise. Com isso, estaremos poupando tempo do profissional em procurar presunções já realizadas naquelas áreas.

3.3.4.1 Registro de uma Presunção

Primeiro deve-se fazer um cadastro de presunção para que este possa ser listado no mapa e na lista de presunções. O cadastro é composto por nome da presunção, descrição da presunção, data do ocorrido, talhão a que pertence e demarcação no mapa logo abaixo. Após o preenchimento, é realizada uma requisição no banco de dados, e o talhão é registrado para aquela presunção. Segue abaixo um diagrama de sequência para exemplificar na Figura 14.

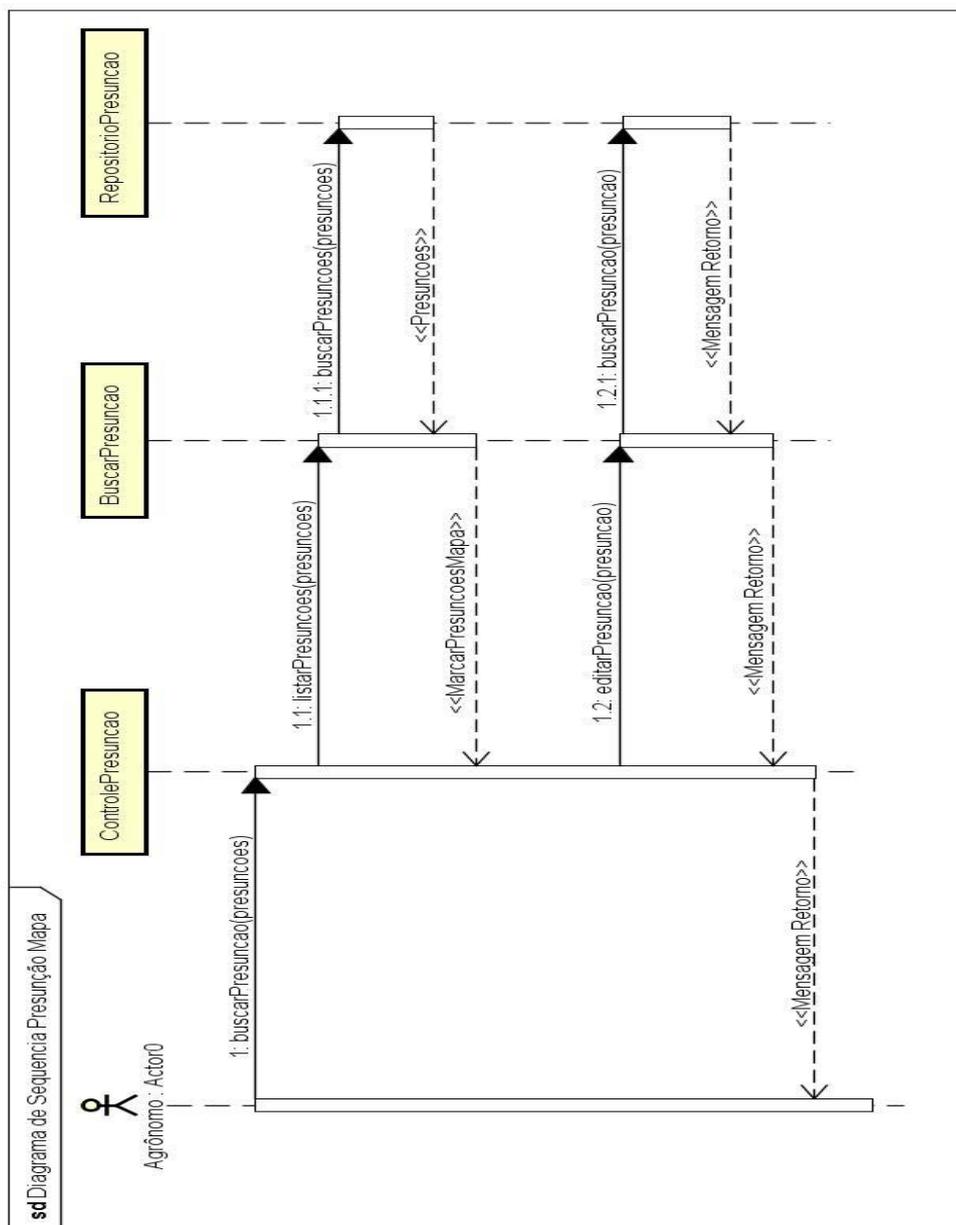
Figura 14 - Diagrama de sequência para cadastro de presunção



3.3.4.2 Recuperação automática de uma presunção por GPS

Na aba mapa, é realizada uma requisição no banco de dados para retornar todas as presunções e localizá-las no mapa; caso não haja presunção, não se apresentará sua localidade no mapa e não será mostrada. É possível selecionar a presunção no mapa e assim ser mostrado o seu cadastro. Segue, na Figura 15, um diagrama de sequência para exemplificação.

Figura 15 - Diagrama de sequência para recuperação automática de uma presunção



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

3.4 Principais problemas no desenvolvimento

Em grande parte do desenvolvimento, houve dificuldades, já que foi o primeiro contato com a linguagem na prática, embora a lógica e a teoria da linguagem tenham sido aprendidas. A integração da API do Google Maps com o aplicativo de certa forma foi trabalhosa e, na medida em que estudava os tutoriais parecia fácil seu entendimento, no entanto, na prática, sempre resultava em algum erro, o que fez com que fosse refeito o trabalho para que, somente após algumas tentativas, pudesse concluir a integração da API. De certa forma, o uso da API é simples, porém houve dificuldades para entender seu funcionamento.

Após realizar as funcionalidades da API no aplicativo, o desenvolvimento começou a fluir; os cadastros foram realizados na estrutura MVC, o que possibilitou uma organização favorável ao desenvolvimento.

O uso do SQLite trouxe certos problemas em relação à realização de uma ligação de uma tabela com a outra, como a tabela fazenda com a tabela talhão, necessitando realizar a ligação manualmente pois o uso desse banco de dados não se baseia em todos os comandos diretos do SQL com os quais estou habituado.

3.5 Considerações Finais

É possível concluir que o aplicativo traz uma solução simples, com o qual o agrônomo pode ter controle de todo o seu trabalho em seu dispositivo móvel. Com o uso da API do Google, podem-se criar marcações de todas as suas presunções, geologicamente, e a sua própria localização, facilitando assim a busca de presunções antigas, podendo criar análises com melhores performances. Isso resulta em um trabalho rápido e de qualidade.

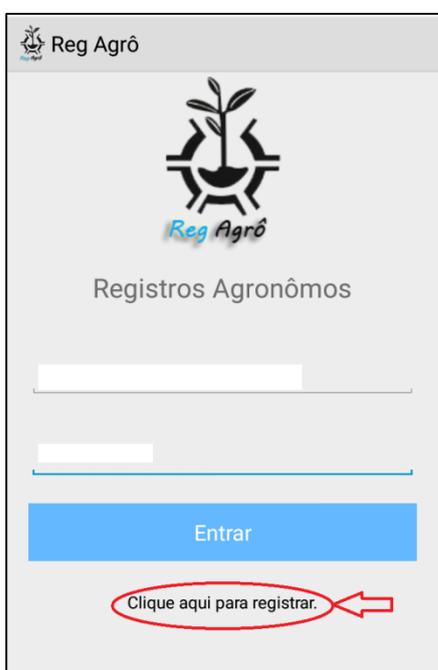
4 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES

A proposta deste trabalho foi desenvolver um aplicativo nativo do *Android*, utilizando a ferramenta eclipse junto com as APIs do Google Maps, a fim de auxiliar o agrônomo na organização e armazenamento de suas atividades rurais. Abaixo seguem imagens do uso da aplicação e suas respectivas funcionalidades como exemplos.

4.1 Cadastro de Usuários

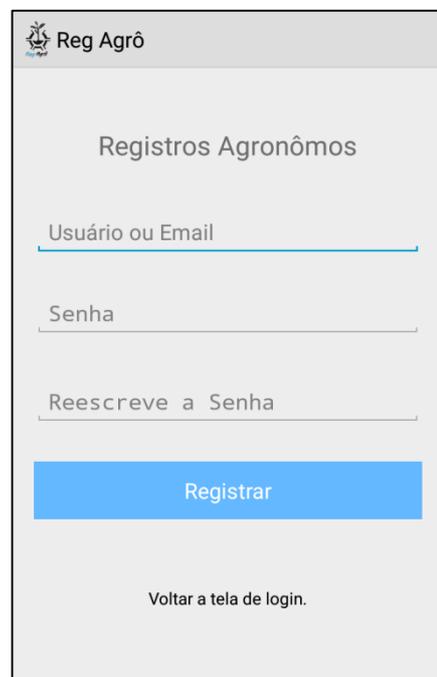
O aplicativo inicia na tela *login* (Figura 16) onde o agrônomo deve se registrar anteriormente para efetuar o acesso. A tela é composta por dois campos, que devem ser preenchidos, e um botão entrar que realiza a autenticação para que assim o usuário possa ter acesso ao sistema. Logo abaixo do botão Entrar, temos a opção “*Clique aqui para registrar*” que ao ser selecionada, irá abrir uma tela (Figura 17) na qual é possível efetuar um novo cadastro de usuário.

Figura 16 - Tela de cadastro 1 do APP



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 17 – Tela de cadastro 2 do APP



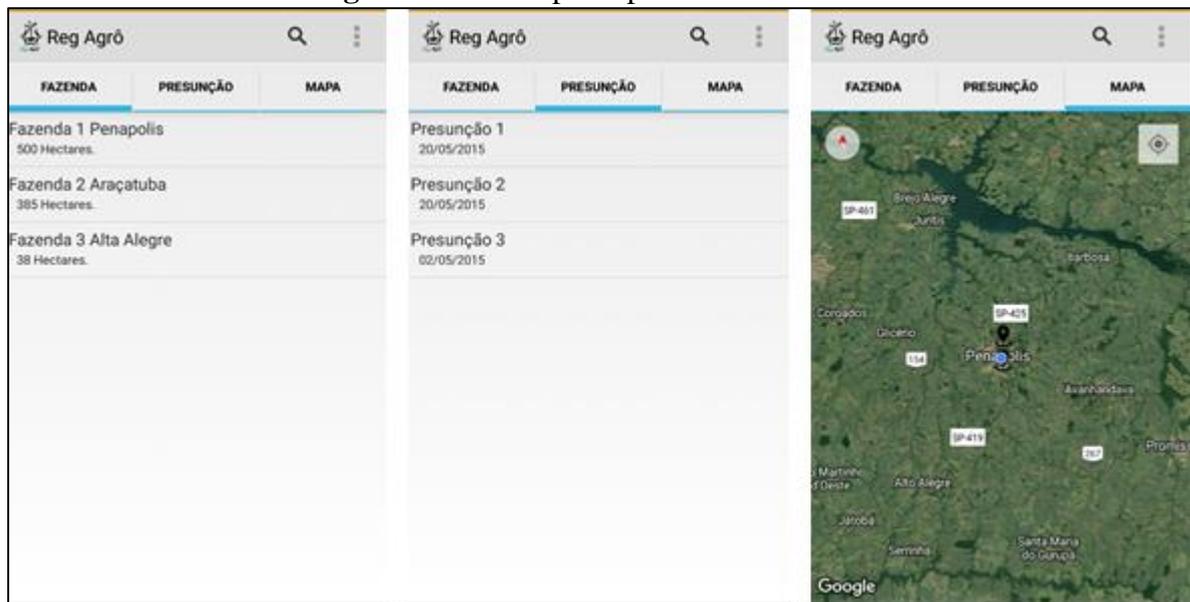
Fonte: Elaborado pelo próprio autor

No cadastro de usuário podemos encontrar 3 campos, nos quais devemos informar o usuário ou e-mail, a senha e reescrever a senha para que o usuário não cometa o erro de digitá-la incorretamente, pois o aplicativo verificará se as duas senhas estão iguais. No botão registrar é efetuado o cadastro do usuário e logo abaixo observa-se o texto “*Voltar à tela de login*” assim é possível retornar a tela de *login* para efetuar o acesso ao sistema. Após realizar o cadastro na tela principal do sistema, o agrônomo terá acesso a todas as funcionalidades do aplicativo.

4.2 Tela Principal

Na tela principal do sistema (Figura 18) são exibidas três *tabs*. A primeira é a Fazenda onde serão listadas todas as fazendas registradas pelo agrônomo; a segunda é a Presunção onde também serão informadas todas as presunções já realizadas pelo agrônomo, e na terceira encontramos a API do Google Maps e todas as presunções ali marcadas.

Figura 18 - Telas principais do sistema

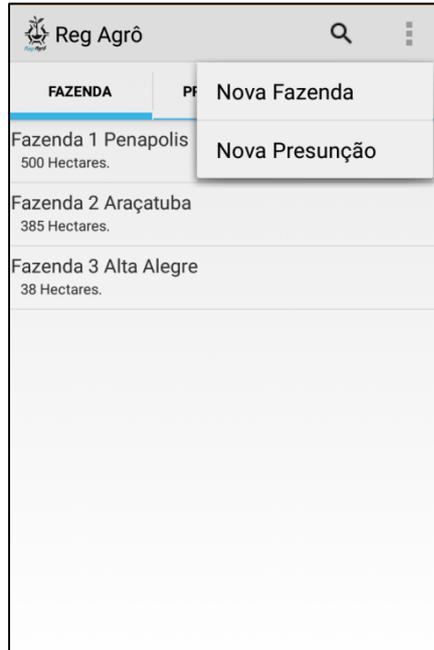


Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.3 Cadastro Fazenda

Como observamos na Figura 18, todas as fazendas e presunções listadas são visualizadas, e para poder adicionar uma nova fazenda ou uma nova presunção basta apenas clicar no ícone do toolbar como mostra a Figura 19 abaixo.

Figura 19 - Tela de cadastro da fazenda



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Após clicar para adicionar uma nova fazenda, será exibida uma tela com três campos: nome da fazenda, quantidade de hectares e a quantidade de talhões que a fazenda possui, e acima dos campos na *toolbar*, o ícone salvar realiza o cadastro da fazenda. Logo abaixo temos a API do Google Maps, na qual podemos marcar geograficamente onde se localiza a fazenda. Na frente dos campos é possível observar um ícone que muda o estilo da API do Google Maps, que pode ser do tipo Híbrido, Satélite, Terreno ou Normal (Figura 20).

Figura 20 - Tela de cadastro de informações



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Depois de efetuado o cadastro da fazenda, na lista de fazendas, é possível selecionar algum item da lista, e será exibida em uma nova tela todas as informações da fazenda, tendo como possibilidade alterar os dados. Na Figura 21, ainda é possível observar dois ícones, sendo o primeiro responsável por realizar os cadastros de talhões e o segundo resgata a fazenda marcada no mapa. No toolbar observamos mais dois ícones, um responsável por salvar e o outro por excluir (Figura 21).

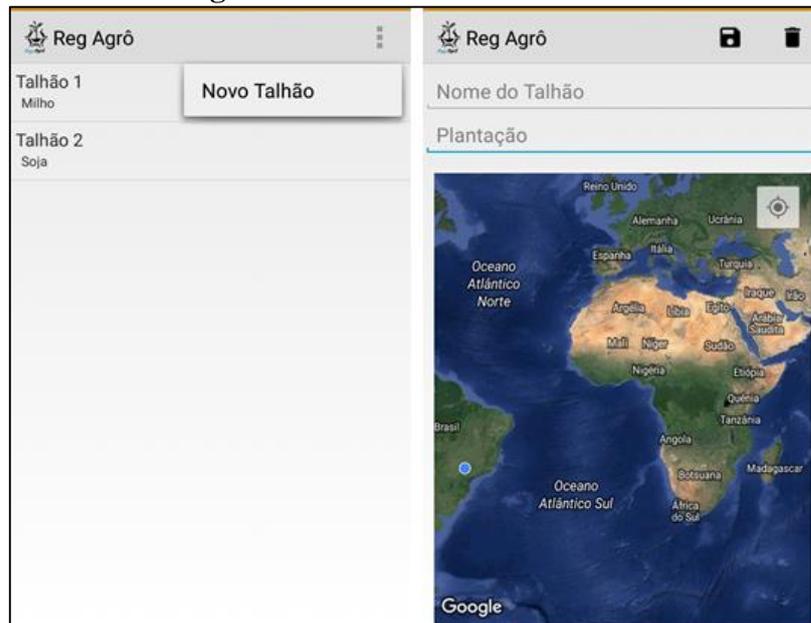
Figura 21 - Tela de verificação das informações



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.4 Cadastro de Talhão

Já foi descrita acima, a forma de realizar o cadastro de fazendas. Neste momento pode-se selecionar uma das fazendas já registradas e a tela da Figura 22 será exibida novamente. O objetivo é registrar os talhões das respectivas fazendas, sendo que isso deverá ser feito ao selecionar o botão Talhão; posteriormente à execução dessa ação, será exibida a segunda tela da Figura 22, com a lista de talhões dessa fazenda. É possível observar nessa mesma tela que no toolbar há um botão, pelo qual podemos cadastrar um Novo Talhão e a tela ao lado será exibida, na qual se encontram dois campos, um com o nome do talhão e o outro com o tipo de plantação, além do mapa logo abaixo, para marcar geograficamente um ponto do talhão. Ainda são observados acima no toolbar dois ícones: o de salvar e o de excluir, que seguem o mesmo padrão do cadastro de fazenda.

Figura 22 - Cadastro de Talhão

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.5 Cadastro de Presunção

Na tela principal, na lista no toolbar, há a opção de inserir uma nova presunção, que exibirá uma tela de cadastro (Figura 23). Nessa tela são apresentados os campos: nome da presunção, a presunção realizada, data da presunção e a que talhão pertence. E, logo abaixo, é possível visualizar o mapa onde o agrônomo pode marcar geologicamente a presunção.

Figura 23 - Cadastro de Presunção

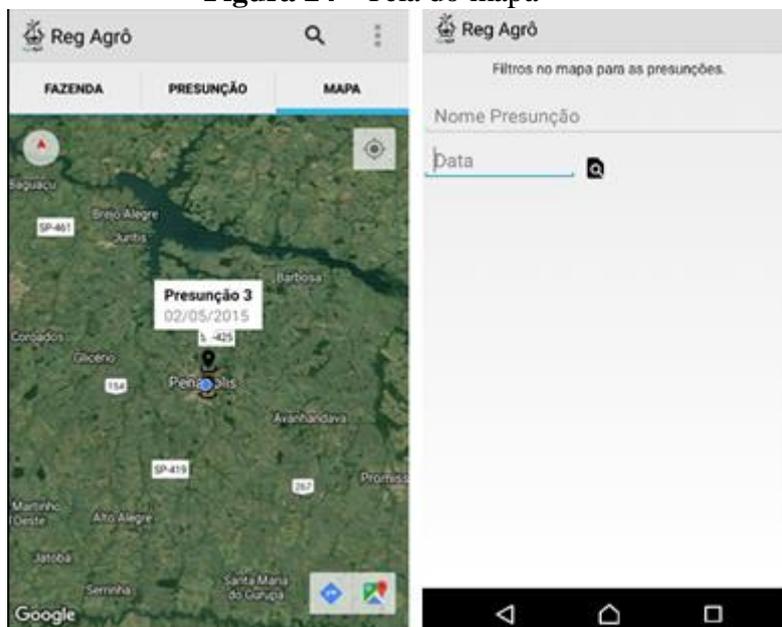


Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.6 Mapa

Na tab Mapa da tela principal observa-se um mapa, onde se podem localizar todas as presunções já realizadas pelo agrônomo. É possível clicar sobre qualquer presunção e editá-la, caso haja a necessidade de realizar alguma mudança. É também possível, a partir da tela principal, ao lado do ícone inserir presunções e fazendas, realizar uma busca das presunções no mapa, buscando pelo nome e/ou data da presunção (Figura 24).

Figura 24 - Tela do mapa



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.7 Análises dos resultados

De acordo com o Engenheiro Agrônomo, Leonardo Fonseca Pires, formado pela Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR, o aplicativo poderá ser de bom uso para ajudar na organização e planejamento da propriedade, salvando no banco de dados todas as informações dentro do talhão e com a correta data para o manejo adequado, ajudando a melhorar o aproveitamento do tempo para agricultores e agrônomos que trabalhem com diversos talhões, o que ajudará a simplificar o manuseio das propriedades.

Em conversa com o Leonardo, nos dias atuais os agrônomos recém-formados preferem a utilização de dispositivos móveis devido ao fácil acesso às informações, o que favorece o uso do aplicativo.

Por meio de análise com o Engenheiro Agrônomo Felipe Pigatto Seleme, também

formado pela Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR, pode-se concluir que o aplicativo vai auxiliar os produtores a gerir de uma maneira mais eficiente a sua propriedade, tudo isso com o objetivo de facilitar o planejamento e o ganho em produtividade. Em suas palavras: “Com certeza esse aplicativo será utilizado por produtores, consultores técnicos e empresários do setor, pois essa ferramenta vai ajudar os produtores a indicar as melhores práticas agrícolas facilitando no monitoramento agrônômico da sua área, trazendo maior produtividade e redução de custos e tempo”.

4.8 Contribuições

Desenvolver um aplicativo que forneça ao agrônomo a possibilidade de registrar suas presunções geologicamente com o objetivo final de auxiliar o produtor rural e o próprio agrônomo nas suas próximas tomadas de decisões, tornando possível melhorar o conceito de tecnologia aplicada ao campo do agronegócio, sendo que o sistema construído seja eficaz para o objetivo proposto.

A facilidade que o agrônomo terá em consultar uma tarefa já realizada por ele é muito grande. Essa simplicidade trará ao agrônomo a possibilidade de ter uma boa análise de suas presunções já registradas assim o mesmo podendo criar novas presunções com muita mais performance, qualidade e rapidez.

Espera-se que com o desenvolvimento deste aplicativo possamos estar colaborando com o desenvolvimento do mercado de negócios agrícolas, contribuindo com o aumento do lucro e da produção do agricultor por meio da sua organização.

4.9 Lições Aprendidas

No decorrer do desenvolvimento do projeto, tanto no desenvolvimento da monografia quanto no momento da aplicação, pude perceber como é importante o uso da agricultura de precisão no Brasil, como essas tecnologias estão se desenvolvendo rapidamente embora muitas pessoas que não são das áreas em questão não tenham o real conhecimento sobre essas atividades e sua importância.

Também foi possível o aprendizado de como desenvolver a linguagem *Android* na prática e como usufruir de APIs e de outras grandes ferramentas e componentes disponíveis na internet. Foi uma intensa experiência desenvolver em outra linguagem, mesmo com as

dificuldades que foram surgindo, pois, como programador tive a oportunidade de encará-las e superá-las, aprendendo cada vez mais sobre novas tecnologias, componentes e ferramentas. A cada palavra escrita na monografia e nas linhas de código puder perceber que o meu conhecimento só aumentava e meu esforço valia a pena.

4.10 Considerações Finais

O aplicativo fornece cadastros simples de se realizar, havendo o fácil acesso sobre eles em listas apresentadas na tela principal. Todos os cadastros possuem mapas para poderem marcar um ponto geográfico, assim se tem uma visão mais ampla na hora de realizar uma consulta. E a possibilidade de visualizar todas as presunções em um mapa específico podendo se resgatar o cadastro das presunções marcadas.

Toda a aplicação irá facilitar e auxiliar o agrônomo na realização de suas tarefas rotineiras; a qualidade e velocidade do seu serviço terão um aumento significativo, um ponto muito positivo para o agrônomo e principalmente para o agricultor, que terá resultados muito mais rápidos, tendo mais destreza ao tentar evitar possíveis desastres com as presunções do agrônomo.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo que pudesse auxiliar o agrônomo/profissional em suas tomadas de decisões, fornecendo a ele um diário de registros de suas presunções a fim de aumentar o lucro e a sua produção.

Foi realizado o desenvolvimento de um aplicativo móvel destinado a smartphone com sistema operacional Android, usando o eclipse para desenvolver o aplicativo junto com o banco de dados SQLite. Em relação ao aprendizado técnico, o desenvolvimento em plataforma Android auxiliou um grande aprendizado, por meio de esclarecimentos por parte do orientador e de todas as pesquisas realizadas em sites, livros, artigos e vídeos. Foi observado, ao se pesquisarem os instrumentos necessários para a construção do aplicativo, que com o avanço da tecnologia, diversas ferramentas estão disponíveis e popularizadas na internet para auxiliar no desenvolvimento e desempenho das tecnologias das informações, o que muito facilita e contribui para o seu sucesso.

Com os estudos e pesquisas feitas sobre agricultura de precisão percebemos o contínuo avanço tecnológico e de comunicação. Com o desenvolvimento de aplicativos e da interação do mercado de negócios com a tecnologia da informação, notamos que é possível aumentar cada vez mais o lucro da produção agrícola.

Em relação à construção do sistema, foi possível chegar a um aplicativo que possibilita ao usuário o cadastro geográfico das demarcações das fazendas, áreas e talhões em que os agrônomos exercem sua função, o cadastro de presunções nas determinadas áreas da fazenda sobre determinados talhões geologicamente e a consulta às suas presunções já realizadas, a fim de melhorar os resultados das suas futuras presunções. As vantagens para os usuários são: além de o aplicativo auxiliá-los de uma maneira simples, que não demanda grande conhecimento tecnológico ou treinamento, eles também não terão custos adicionais pela tecnologia, já que o aplicativo será disponibilizado gratuitamente.

Tendo em mente que o trabalho não se finaliza aqui, para trabalhos futuros pretende-se criar novas funcionalidades, como demarcações feitas com *Polyline*, método que faz parte da API do Google, no qual são feitas as demarcações com linhas, criando áreas, identificando com facilidade onde se encontram os registros no mapa. Outra possível funcionalidade que poderia ser pensada seria a geração de relatórios anuais, como esquemas, para que o agrônomo possa realizar futuras comparações temporais de seus rendimentos e desempenhos no campo.

REFERÊNCIAS

- AGRISIGHT INC. **FarmLogs** aplicativo. Disponível em: < <https://farmlogs.com/>>
ARVUS, Tecnologias. A Agricultura de precisão. Disponível em:
http://www.arvus.com.br/infos_AP.htm . Acesso em 29 abril 2014.
- ANDROID, Disponível em: <<http://developer.android.com/tools/index.html>>. Acesso em 01 Novembro 2015.
- BERNARDI, A. C. C. et al. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. 1. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 596 p.
- BERNARDI, A. C. C. et al. Estratégias de comunicação em agricultura de precisão. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.20, n.1, p.189 -200, jan./mar. 2015.
- CASE IH AGRICULTURE – Disponível em: <<http://www.caseih.com>> Acesso em: 02 out. 2015.
- COELHO, J. P. C.; SILVA, J. R. M. (Ed.). **Agricultura de Precisão**. 1. ed. Lisboa: Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2009. Disponível em:
<http://agrinov.ajap.pt/manuais/Manual_Agricultura_de_Precisao.pdf> Acesso em: 21 set. 2015. 141 p.
- GLOBO RURAL – **Repositório Digital da Revista do Globo Rural** – Disponível em:
<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT230139-18077,00.html> Acesso em: 15 out.2015.
- JORGE, L. A. C.; NETO, A. T. **Agricultura de precisão**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002. Disponível em: <<http://www.agrosoft.com/br/agrosoft-2002-agricultura-de-precisao/eventos>> Acesso em 10 out. 2015.
- LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **Agroanalysis**, v. 32, p. 28-34, 2012.
- MENDES, C. I. C.; OLIVEIRA, D. R. M. S.; SANTOS, A. R. (Ed.). **Estudo do mercado brasileiro de software para o agronegócio**. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2011.
- MOLIN, J. P. Tendências da agricultura de precisão no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2004, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: USP/ESALQ**, 2004. p.1-10. Disponível em:
<<http://www.ler.esalq.usp.br/download/TEC%202004.12.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2015.
- MOLIN, J. P. Geração e interpretação de mapas de produtividade para a agricultura de precisão. In: BORÉM et. al. **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000. p.237-258.

MURAKAMI, E. **Uma infraestrutura de desenvolvimento de sistemas de informação orientados a serviços distribuídos para agricultura de precisão**. 192p. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

QUEIROZ, D.M.; DIAS, G.P.; MANTOVANI, E.C. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: BORÉM, A. et. al. (Ed.). **Agricultura de Precisão**. Viçosa: UFV. 2000. p.1-41.

ROBERT, P.C. Precision Agriculture: research needs and status in the USA. In: **European Conference on Precision Agriculture**, 2. Denmark. In Proceedings. SCI/Sheffield Academic Press, p.19-33, 1999.

SANTOS, V. F. et al . Análise da eficiência técnica de talhões de café irrigados e não-irrigados em Minas Gerais: 2004-2006. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 677-698, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032009000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 03 Dez. 2015.

SANTOS, F. A. **Agricultura de Precisão**, 2012 Disponível em <http://home.utad.pt/~fsantos/pub-fas/APE_Livro.pdf>. Acesso em: 27 outubro 2015.

SARAIVA, A. M. **Tecnologia da Informação na agricultura de precisão e biodiversidade: estudos e proposta de utilização de web services para desenvolvimento e integração de sistemas**. Tese de livre docência. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 2003.

UMEZU, C. K.; CAPPELLI, N. L. Desenvolvimento e avaliação de um controlador eletrônico para equipamentos de aplicação de insumos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 225-230, 2006.