



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE
AGRIMENSURA

ALAN GABRIEL ARAÚJO DOS SANTOS

SISTEMA DE INFORMAÇÃO AGRÍCOLA MÓVEL

RECIFE

2022

ALAN GABRIEL ARAÚJO DOS SANTOS

SISTEMA DE INFORMAÇÃO AGRÍCOLA MÓVEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de tecnologia e Geociências, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientador(a): Prof. Dr. José Luiz Portugal

RECIFE

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

ALAN GABRIEL ARAÚJO DOS SANTOS

SISTEMA DE INFORMAÇÃO AGRÍCOLA MÓVEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Aprovado em: 24 de maio de 2022

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. José Luiz Portugal (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Cezário de Oliveira Lima Júnior (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Lígia Albuquerque de Alcântara Ferreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico à sociedade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a minha família, a minha namorada, aos meus amigos, a UFPE, ao meu orientador, aos meus professores e colegas que estiveram comigo na construção do meu ser.

RESUMO

A agricultura vem evoluindo a taxas descomunais, potencializada pelo aumento suscetível na demanda e pelo mercado hiperglobalizado. No último século, o Brasil teve avanços importantes, deixando de importar alimentos e passou a exportá-los, se tornando a quinta potência agrícola mundial, a resposta para essa quebra de paradigma é o aumento na produtividade. Com o intuito de aumentá-la, será implementado um Sistema de Informação Agrícola Móvel, que se destinará ao gerenciamento, análise e controle de atividades da produção agrícola. Para cumprir esse objetivo foi necessário: (i) converter uma base cartográfica pré-existente, produzida em software CAD para formato de software SIG, (ii) conectar as bases de dados agrícolas já disponibilizadas, com a base digital no formato de software de SIG, (iii) gerar e disponibilizar, na nuvem, mapas temáticos, estáticos e dinâmicos, a critério do produtor, fazendo uso de aplicativo gratuito na plataforma android. Como resultado, observou-se um ganho de produtividade agrícola, sendo identificado a comunicação cartográfica como impulsora. Essa última permitiu um aumento nos tipos de mapas criados, apoiando a agricultura em diferentes épocas do ano. Ressalta-se que todo esse trabalho empregou programas gratuitos exigindo apenas capital humano.

Palavras-chave: sistema de informação agrícola móvel; produção agrícola; programas gratuitos.

ABSTRACT

Agriculture has been evolving at huge rates, potentiated by the susceptible increase in demand and the hyperglobalized market. There were no important advances in Brazil, which were important for the importation and passed to the exportation of food, being the answer to the fifth agricultural power in the world, the answer to this paradigm shift of the century is the increase in productivity. In order to increase, a Mobile Agricultural Information System will be implemented, which will be intended for the management, analysis and control of agricultural production activities. To fulfill this objective, it was necessary to: (i) convert a pre-existing cartographic base, produce in CAD software for GIS software format, (ii) connect the agricultural databases already available, with a digital base in GIS software format. , (iii) and make themed, static and maps available in the cloud, at the discretion of the producer, using a free application on the android platform. As a result, a gain in agricultural productivity was observed, and cartographic communication was identified as a driver. This latest update has an increase in servant types, supporting farming in different of the year. We emphasize programs that fix all human capital.

Keywords: mobile agricultural information system; agricultural production; free programs.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Agricultura	11
3.2 Sistema de Informação Geográfica	13
4 METODOLOGIA	18
4.1 Abstração do Mundo Real	18
4.2 Modelo Lógico do Modelo Proposto	23
4.3. Modelo Físico	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
6 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Segundo o CEPEA (2021), No ano de 2020 o agronegócio teve uma participação de 26,6% no PIB brasileiro, assumindo liderança mundial na produção de soja e se mantendo como maior produtor de cana-de-açúcar. Não se limitando a essas duas culturas, o Brasil também cultiva em larga escala algodão, café e milho. Tais produtos são matéria prima para outras atividades, apresentando baixo grau de industrialização, e por isso considerados commodities. Além disso, estão inseridos em mercados fortemente competitivos (MANKIW, 2009).

O Brasil tem grandes extensões de terra, no entanto como qualquer recurso é finito, a produtividade assume um papel importante e deve estar em crescimento constante. O aumento dessa está condicionada a alguns fatores, tais como capital humano, capital físico, recursos naturais e conhecimentos tecnológicos. Para se ter ideia, de 1975 a 2017 a produção nacional de grãos subiu de 38 milhões para 236 milhões de toneladas. Caracterizando um aumento de mais de seis vezes enquanto a área plantada apenas dobrou (EMBRAPA, 2018).

As indústrias agrícolas demandam por serviços de gerenciamento, controle e análise de seus produtos. Como estes se caracterizam por terem ocorrência em um espaço geográfico definido, somente a disponibilização de dados tabulares é insuficiente para atender os serviços supracitados. Para sanar esse óbice, observa-se que os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) surgem como possibilidade real de emprego, isso é justificado pelo fato de que tais sistemas permitem o armazenamento, o tratamento e a análise espacial de conjunto de dados, de diversas fontes, gerando informações pertinentes aos tomadores de decisão. Convém ressaltar que tais informações não se restringem apenas a produção e a gestão, também está inserido nesse leque o que diz respeito à regularização fundiária.

2 OBJETIVOS

Os objetivos foram descritos nos seguintes tópicos: geral e específicos.

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma aplicação utilizando geoprocessamento para o gerenciamento, análise e controle de atividades da produção agrícola, bem como auxiliar na identificação de limites administrativos.

2.2 Objetivos Específicos

- Converter a base cartográfica produzida em softwares CAD para formato de software SIG.
- Conectar as bases de dados agrícolas com a base digital no formato de software de SIG.
- Gerar e disponibilizar mapas temáticos, estáticos e dinâmicos, a critério do produtor, fazendo uso de aplicativo gratuito na plataforma android.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O Referencial teórico contará a história da agricultura e do sistema de informação geográfica.

3.1 Agricultura

Segundo Queiroz *et al.* (2021) a história da agricultura pode ser dividida em 4 eras. A primeira se iniciou há dez mil anos e seguiu até 1920. Suas características principais eram o uso da força animal e do homem. Esse fato exigia grande demanda por mão de obra, limitava as extensões das áreas cultivadas e contribuía para fixar o homem no local de residência, para produzir o necessário para subsistência. A segunda fase foi de 1920 a 1990 e teve por característica o uso de máquinas agrícolas, o emprego de fertilizantes e a melhoria da qualidade dos produtos plantados. Ainda nessa fase foi empregado o manejo agrônômico correto, acarretando um significativo aumento na produção e comercialização. A terceira fase foi de 1990 a 2020 e apresentou como característica o emprego da engenharia genética. Nessa fase variedades agrícolas foram melhoradas, como nunca antes pensadas pelos produtores. Além disso, o emprego dos recursos naturais foi potencializado. Os autores defendem que a quarta fase, se trata da “Agricultura 4.0”. Suas características são o emprego de pacotes tecnológicos mais arrojados, o maior uso de produtos biológicos e a modernização dos processos de comunicação e informação como força geradora dos processos de produção.

O armazenamento e processamento de dados em nuvem, *big data*, inteligência artificial e conectividade estão na essência da “Agricultura 4.0”. Esse tipo de agricultura emprega equipamentos de aquisição de dados como drones, satélites, sensores multiespectrais e outras plataformas que geram enormes massas de dados. Esses dados armazenados e processados em Sistemas de Informações Geográficas, permitem a avaliação da biomassa, da produtividade, da maturação, etc. Cabe ressaltar que todo esse conjunto de tecnologias possibilita o uso sustentável e eficiente dos insumos e recursos naturais.

Ainda com esses ganhos, existe uma demanda crescente por produtos agrícolas. Segundo o IBGE (2019), no mesmo ano, o Brasil tinha uma população

estimada de 210,1 milhões de habitantes, um rebanho bovino de 214,7 milhões de cabeças e 1,5 bilhões de galináceos (galo, galinha, pinto e pintainhas). Segundo a EMBRAPA (2021) a população de bovinos se tornou a maior do mundo, atingindo 217 milhões. Apesar do número, essa quantidade representa 14,3% do rebanho mundial e, é importante lembrar que a cadeia alimentar desses animais é a base de milho e soja. Até 2064 estima-se que a população mundial chegue a 9,7 bilhões de habitantes. Desse modo, percebe-se mais uma vez a importância do aumento da produtividade - extrair da natureza o seu maior potencial natural de produção, com menor dano ambiental. Dessa forma, será possível garantir segurança alimentar e o direito social da alimentação previsto na Constituição Federal Brasileira.

Com o advento da digitalização dos processos é normal imaginar que as indústrias gerenciam suas informações por meio de banco de dados. O problema é que nem sempre essas informações condizem com a verdade por motivos diversos tais como: o caminho que a informação percorre até chegar ao operador do banco de dados, erros ortográficos, letras ilegíveis, erros grosseiros entre outros. O problema é grave porque os tomadores de decisões se apoiam nessas informações para validar suas escolhas, como: variedade a ocupar o lote, data do plantio, tratamentos culturais, operações realizadas, data da colheita, produtividade, custos de produção, lucro, etc.

Tradicionalmente os mapas temáticos utilizados eram produzidos em softwares CAD e distribuídos impressos na forma de caderno de mapas. Por conta disso, as ampliações e reduções eram impossíveis, a desatualização era constante e não havia associação de atributos descritivos com as feições representadas.

Em substituição aos mapas definidos no parágrafo anterior, os sistemas de informações geográficas se apresentam como opção bem-sucedida. Isso acontece porque se passa a ter uma nova concepção de mapas. Nesse contexto, a informação gráfica passa a ser associada a dados tabulares e a função de análise espacial passa a ficar disponível. Como resultado, uma série de informações de interesse podem ser visualizadas em mapas, disponibilizados em diversas mídias digitais, como computadores, tablets e smartphones.

3.2 Sistema de Informação Geográfica

Alguns autores divergem a respeito do conceito de SIG. Segundo Miranda (2015) a essência do sistema de informação geográfica antecede os modelos digitais. Ele defende, que a prática de usar várias camadas e obter informações segundo sua sobreposição é antiga e acontecia sem o advento do computador. Já Melo *et al.* (2017) defendem que essa ideia é equivocada pois há uma confusão entre desenvolvimento da cartografia como ciência e o desenvolvimento do SIG como tecnologia. Apesar das discordâncias, é consenso que após a segunda guerra mundial e o início da terceira revolução industrial houve um interesse crescente na manipulação de dados espaciais. Esse feito só foi possível com a chegada dos computadores, criado no fim da década de 1940. Tais equipamentos, quase não possuíam eletrônica embarcada, tinham grandes dimensões e consumiam muita energia para processar informações.

Segundo Melo *et al.* (2017), em 1947 o exército estadunidense criou o SAGE, primeiro software CAD/CAM. (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture*). O SAGE se destinava à construção de armamento com maior controle na precisão. Por fazer uso de coordenadas cartesianas, os engenheiros e os arquitetos passaram a usá-lo como ferramenta para planejamento urbano. Sua desvantagem era a ausência de habilidades para manipular sistemas de coordenadas terrestres. Em 1959 foi criado o CAC/MIMO (*MAP IN-MAP OUT*) este supera CAD/CAM porque novas funções como análise e representação foram incorporadas. Essas inovações, forneceram o princípio básico para criação de dados geográficos com codificação em um sistema informatizado, dando início a cartografia digital. A partir desse ponto, sucessivas evoluções aconteceram na ciência cartográfica e boa parte dos problemas foram atenuados. Isso aconteceu porque os computadores tiveram aumento no poder de processamento, com hardwares cada vez mais robustos e acessíveis. Novos programas com funções como análise, comparação e classificação surgiram, dando origem aos sistemas de informática e gestão. Não demorou muito e os softwares que manipulam informações geográficas também tiveram o acréscimo dessas funções concebendo os sistemas de informações geográficas. O primeiro sistema denominado de SIG foi o ARDA. Este, foi criado pelo departamento de agricultura do Canadá e classificado indevidamente

como CAC pois pela primeira vez foi possível realizar as operações de entrada, armazenamento, análise espacial e saída.

O desenvolvimento do SIG esteve intrinsecamente relacionado à evolução dos seguintes fatores: tecnologia, dados, técnica e academia. Segundo *ESRI* (2004), o SIG pode ser entendido segundo as perspectivas de banco de dados geográfico, de geoprocessamento e de geovisualização. O Banco de dados geográfico contém seu próprio modelo de dados com o objetivo de descrever o mundo em termos geográficos por meio de *rasters*, topologias, redes e assim por diante.

Faz parte da construção da base de dados SIG, avaliar a geometria dos objetos a serem mapeados e especificar como cada um será representado, p.ex.: geralmente lotes são representados por polígonos, estradas por linhas centrais (*center lines*) e fenômenos pontuais por pontos. É importante salientar que além da escolha da geometria, os dados SIG incluem informações que se destinam a descrever o objeto geográfico mapeado, estas são chamadas “atributos”. Vale salientar que a relação entre o objeto mapeado e os atributos desempenha um papel fundamental nos modelos de dados SIG. Além dessa relação existem outras que são exclusivamente espaciais: topologia e redes. A topologia controla limites comuns entre objetos, gerencia as regras de integridade de dados e é muito utilizada para dar suporte a edição sofisticada e para construir feições de geometria não estruturada. As redes são estruturas conectadas que identificam possibilidade ou não de fluxo. Esse recurso é utilizado em aplicações onde os trajetos precisam ser planejados como trânsito, transportes, infraestrutura, dutos, etc.

Geoprocessamento é um conjunto de ferramentas e fluxos que permite efetuar análises espaciais mais complexas. Sua utilização visa a criação de novos conjuntos de dados derivados de fontes de dados primários. O uso dessas ferramentas se destina a processar informações geográficas como conjunto de dados, campos de atributos e elementos cartográficos. A estrutura de geoprocessamento é utilizada para encadear uma série de operações formando um modelo de processo, permitindo a automação de tarefas repetitivas. A construção dos fluxos pode ser efetuada graficamente, por meio de modelador gráfico, ou utilizando scripts fazendo uso de linguagens de programação.

Para Kraak e Ormeling (2010) a geovisualização se destina a comunicabilidade das informações espaciais no SIG. Ela inclui mapas interativos, cenas 3D, gráficos, mapas temporais e visão estratégica das relações de redes. Os mapas não só definem e padronizam a forma como as pessoas manuseiam e interagem com a informação geográfica como podem influenciar a concepção que as pessoas têm de espaço. Parte dessa influência decorre das convenções e simbologias, que apesar de exercerem um papel especial no mapeamento topográfico, chegaram até nós através dos mapas franceses produzidos no século XVIII e tinham finalidade bélica. Com o passar do tempo, os mapas topográficos adquiriram uma grande coleção de símbolos, destinados a representar hidrografia, planimetria, vegetação e altimetria.

Um segmento da geovisualização de significativa importância é a cartografia temática. Esta tem por base a linguagem cartográfica. Para Silva (2020), um dos elementos básicos dessa linguagem é a semiologia gráfica, que é uma forma de compreender a interação entre os sinais gráficos e a percepção humana. A linguagem semiológica se diferencia das demais na medida que busca atribuir significado único em sua interpretação, evidenciando as relações fundamentais de diversidade/similaridade, ordem e proporcionalidade entre os objetos. Para que isso seja possível, são empregadas variáveis visuais com propriedades mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis visuais proposta por Jacques Bertin.

VARIÁVEL VISUAL	REPRESENTAÇÃO			PROPRIEDADES PERCEPTIVAS (≠) Dissociativa (≡) Associativa (=) Seletiva (O) Ordenada (Q) Quantitativa
	Ponto	Linha	Área	
Localização				Q / O / ≠ / ≡
Forma				≡
Tamanho				Q / O / ≠ / ≡
Cor				≠ / ≡
Valor				O / ≠ / ≡
Orientação				≠ / ≡
Granulação				O / ≠ / ≡

Fonte: Adaptado de Silva (2020).

As variáveis visuais possuem cinco propriedades perceptivas que são retratadas por Silva (2020):

Percepção associativa - visibilidade constante, a percepção se altera à medida que são afastados do campo de visão;

Percepção dissociativa - visibilidade variável, percepção se altera à medida que são afastados do campo de visão;

Percepção ordenada - os elementos são postos em ordem, a classificação visual de suas categorias é imediata e universal;

Percepção seletiva - elementos que representam dados diferentes são mostrados sem prejuízo da compreensão e conseguem ser isolados pelo leitor;

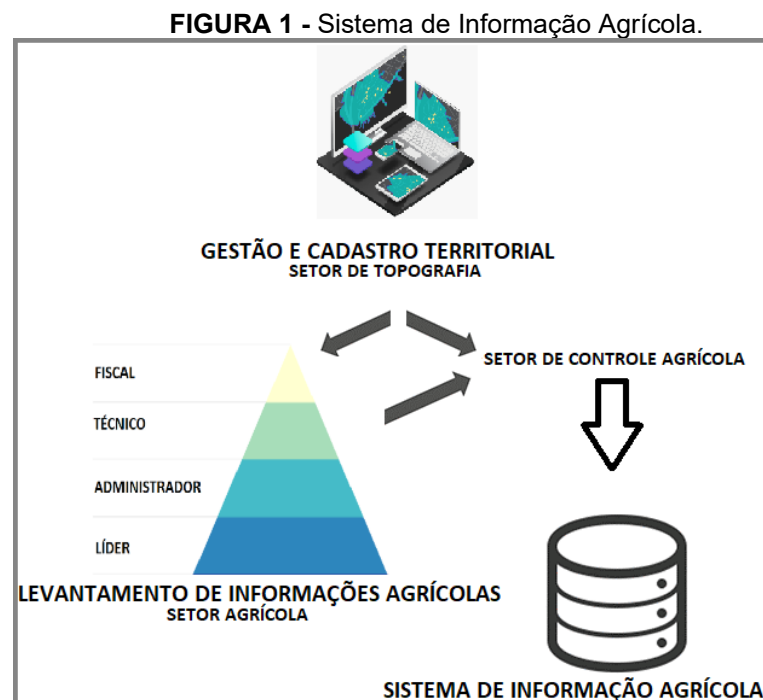
Percepção quantitativa - quando a distância visual entre duas categorias de um componente ordenado pode ser imediatamente expressa por uma relação numérica, proporciona visualização imediata.

A variável visual é empregada conforme a temática proposta, onde diferentes tipos de dados podem ser apresentados conjunta ou separadamente em um mapa temático. Quando os dados são mostrados individualmente tem-se o “mapa por superposição”. Quando os dados são mostrados separadamente tem-se a “coleção de mapas”.

4 METODOLOGIA

4.1 Abstração do mundo real

Boa parte das usinas utilizam um sistema de informação agrícola, esquematizado na Figura 1. Este tem por finalidade, apoiar o preparo do solo, o plantio, a colheita e outras operações, sendo o lote a menor unidade de informação. Com o sistema alimentado é possível criar relatórios e gráficos que auxiliam na tomada de decisão. Vale ressaltar que o sucesso desse sistema está diretamente relacionado com a qualidade do dado coletado.



Fonte: Autor (2022).

Nesse sistema, o Setor Agrícola é o responsável pelas informações coletadas pelo trabalhador rural, líder, administrador, técnico e fiscal.

O trabalhador rural é responsável pelo trabalho braçal.

O líder monitora a mão de obra e avalia a execução do serviço. Os dados coletados por este são: apontamento rural, recibo de pagamento, cartão de ponto, conferência dos boletins rurais, etc.

O administrador é responsável pela alocação dos trabalhadores rurais, organização das equipes e distribuição de funções. O administrador informa as ordens de corte, corte de mudas e insumos a serem utilizados.

O técnico agrícola recebe do fiscal as informações referentes aos lotes que precisam de avaliação, realiza atividades técnicas, analisa os índices de qualidade, dimensiona as aplicações e os insumos.

O fiscal avalia as áreas de plantio, as áreas de colheita e as áreas de renovação do canavial, selecionando os lotes a serem colhidos. As informações levantadas giram em torno do planejamento do plantio nas duas épocas do ano: plantio de inverno e plantio de verão.

Os dados coletados pelo setor agrícola são registrados em boletins escritos a mão e enviados ao setor de controle agrícola. Este alimenta manualmente o sistema por digitação dos dados e os repassa como informação aos gestores. Observa-se que essa sistemática é obsoleta, sujeita a muitos erros de preenchimento dos boletins, de digitação e de identificação dos lotes.

Além das informações do setor agrícola, o setor de controle agrícola também recebe informações do setor de topografia. As informações coletadas por este último correspondem aos mapas cadastrais.

A principal função dos mapas é identificar, localizar e informar a área do lote. A identificação é efetuada por meio de codificação composta pelo número do engenho e número do lote, sendo tratada como chave primária. Essa identificação é materializada no terreno por meio de um marco, chamado vulgarmente de “pedra de lote”. A figura 2 exemplifica a identificação na pedra do lote, o lote sete que pertence ao Engenho Autonomista.

FIGURA 2 - Pedra de Lote

Fonte: Autor (2022).

Cabe ao setor de topografia a criação das chaves primárias, sendo isso efetuado com auxílio de mapas e outros instrumentos. Também é atribuição do setor: a atualização das plantas dos engenhos, a gestão dos limites legais e administrativos, a gestão de máquinas pesadas, medições e projetos do tipo: drenagem, barragem, irrigação, etc. O software utilizado para construir, projetar e atualizar mapas é do tipo CAD, apresentando significativas limitações em atividades de mapeamento. A figura 3 identifica um mapa gerado dessa forma.

Figura 3 - Exemplo de mapa cadastral no formato CAD.



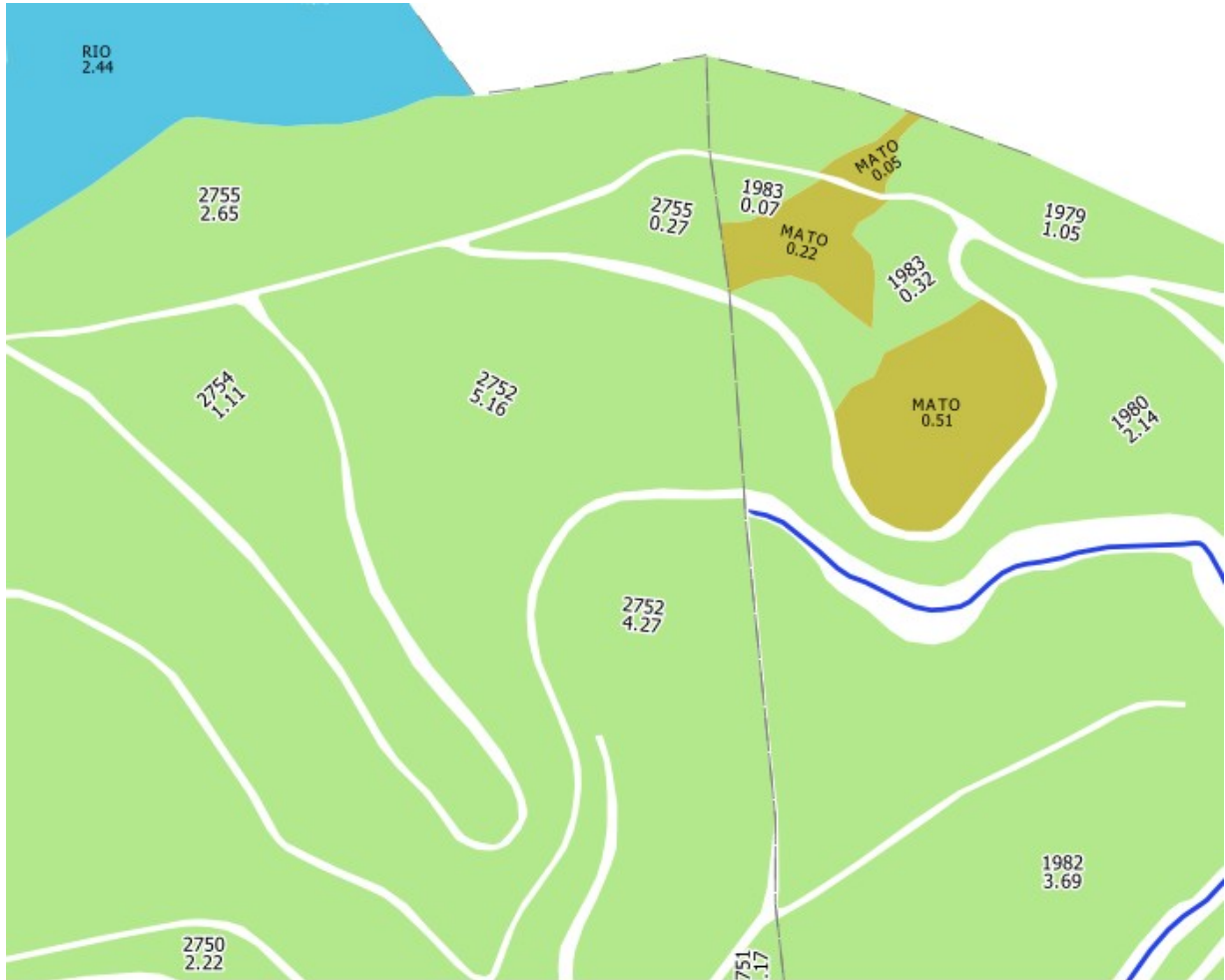
Fonte: Autor (2022).

O modelo de mapa da figura 3 atende algumas necessidades, mas não oferece escalabilidade e nem a possibilidade de confrontar informações. A seguir são identificados problemas comuns com esse tipo de mapeamento:

- Área do lote cadastrada no sistema não é a mesma fornecida pela mapa;
- Um lote pode pertencer a dois engenhos e por isso recebe duas chaves primárias;
- Os limites comuns a dois ou mais lotes precisam ser digitalizados individualmente;
- Impossibilidade de executar operações de análise espacial;

A figura 4 mostra alguns dos problemas citados no parágrafo anterior.

FIGURA 4 - Recorte do mapa de uso mostrando divisões imaginárias dos lotes.

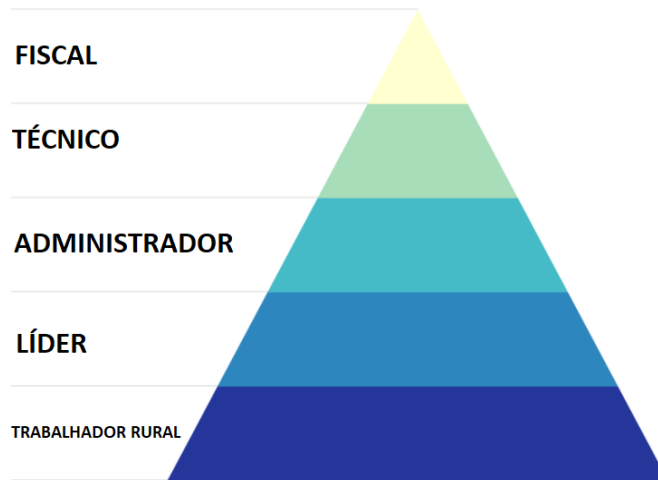


Fonte: Autor (2022).

Como pode ser visto na Figura 4, uma única parcela recebe mais de um número de identificação, podemos perceber isso entre os lotes 2752 e 1982; 2755, 1983 e 1979. Outra situação comum é o mesmo número de identificação ser dado a mais de uma parcela, como é o caso dos lotes 2752 e 2755.

As equipes do setor agrícola trabalham no campo diariamente com funções bem definidas e hierarquizadas, conforme Figura 5. Cada cargo se responsabiliza por um tipo de informação e todos se baseiam através dos números dos lotes para fazer o apontamento das informações.

Figura 5 - Hierarquia dos trabalhadores rurais que registram informações agrícolas.



Fonte: Autor (2022).

4.2 Modelo lógico do modelo proposto.

A figura 6 esquematiza o projeto lógico a ser implementado para cumprir os objetivos deste trabalho.

Figura 6 - Projeto Lógico



Fonte: Autor (2022).

DICIONÁRIO DE DADOS

Inventário.txt: Arquivo que armazena dados dos lotes, cujos atributos são descritos no quadro 2.

Quadro 2

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
LOTE	Nº DO LOTE	3,C
ESTADO DO TALHÃO	INDICA ESTÁGIO PRODUTIVO DO LOTE	2,C
OCUPAÇÃO	CANA OU EUCALIPTO	9,C
ÁREA	ÁREA DO LOTE	2,2,F
VARIEDADE	TIPO DE VARIEDADE OCUPADA NO LOTE	9,C
ESTÁGIO	QUANTIDADE DE CORTE QUE A CANA SOFREU	4,C
MÓD.ADM	CAMPO NO QUAL O LOTE SE ENCONTRA	6,C
AMB.	AMBIENTE DE PRODUÇÃO	4,C
IDADE	QUANTIDADE DE MESES APÓS O CORTE	2,1,F
DT.ULT.CORTE	DATA DO ÚLTIMO CORTE	DATE
DT.PLANTIO	DATA DO PLANTIO	DATE
IDADE	IDADE QUE O LOTE FOI CORTADO NA SAFRA PASSADA	2,1,F
TCH	TCH DO LOTE NA SAFRA PASSADA	2,2,F
TCHM	TCH MÉDIO DO LOTE NA SAFRA PASSADA	2,2,F

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; F, número decimal; DATE, data.

Estimativa.txt: Arquivo que armazena informações referente a colheita, cujos atributos são descritos no quadro 3.

Quadro 3

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
LOTE	Nº DO LOTE	3,C
TOPOGRAFIA	DESCRIÇÃO SE É CHÃ, ENCOSTA OU VÁRZEA	4,C
ÁREA ESTIMADA	ÁREA ESTIMADA PELO SISTEMA	2,2,F
ÁREA REALIZADA	ÁREA EFETIVAMENTE COLHIDA	2,2,F
PRODUÇÃO TOTAL ESTIMADA	PRODUÇÃO ESTIMADA PELO SISTEMA	2,2,F
PRODUÇÃO TOTAL REALIZADA	PRODUÇÃO EFETIVAMENTE REALIZADA	2,2,F
TCH ESTIMADO	TCH ESTIMADO POR FISCAIS DE CAMPO	2,2,F
TCH REALIZADO	TCH EFETIVAMENTE REALIZADO	2,2,F

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; F, número decimal.

Carregamento.txt: Arquivo que fornece informação da última operação que um lote sofre, cujos atributos são descritos no quadro 4.

Quadro 4

CARREGAMENTO.txt		
ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
LOTE	Nº DO LOTE	3,C
DT. HISTÓRICO	DATAS DE CARREGAMENTO POR LOTE	DATE
TC	QUANTIDADE DE CANA EM TONELADAS	2,2,F
%	NÃO AVALIADO	NULL
CARGA ENTREGUE	QUANTIDADE DE CARGA ENTREGUE	2,2,F
CARGA ANALISADA	QUANTIDADE DE CARGA ANALISADA	2,2,F
% ANL. TON	QUANTOS % DAS CARGAS FORAM ANALISADAS	3,2,F
DENSIDADE DE CARGA	VALOR DA DENSIDADE DE CARGA	2,2,F
BRIX	NÃO AVALIADO	NULL
POL	NÃO AVALIADO	NULL
PUREZA	NÃO AVALIADO	NULL
AR	NÃO AVALIADO	NULL
PC	NÃO AVALIADO	NULL
FIBRA	NÃO AVALIADO	NULL
AR ATR	NÃO AVALIADO	NULL
ATRIBUTO	NÃO AVALIADO	NULL
TMP	NÃO AVALIADO	NULL

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; F, número decimal; NULL, sem valor.

Cana_consulta.gpkg: Possui todos os dados contidos nos relatórios fornecidos pelo setor de controle agrícola, cujos atributos são descritos no quadro 5.

Quadro 5

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
FID	IDENTIFICADOR DA FEIÇÃO	INT
CLASSE	CARACTERIZAÇÃO DO LOTE, SE É CANA, MATO OU MATA	35,C
LOTE	Nº DO LOTE(CHAVE PRIMÁRIA)	35,C
AREA(ha)	ÁREA DO LOTE	10,4,F
CIDADE	CIDADE EM QUE O LOTE ESTÁ INSERIDO	35,C
CAMPO	CAMPO EM QUE O LOTE ESTÁ INSERIDO	25,C
CODIGO	CÓDIGO DO ENGENHO EM QUE O LOTE ESTÁ INSERIDO	3,C
LAYER	NOME DO ENGENHO	15,C
ESTADO	ESTÁGIO QUE O TALHÃO ESTÁ	2,C
ÁREA PIMS	ÁREA PREENCHIDA NO PIMS	2,2,F
VARIEDADE	VARIEDADE DO LOTE	10,C
ESTÁGIO	ESTÁGIO DO LOTE	4,C
IDADE	IDADE DO LOTE(CONTADA EM MÊS)	2,2,F
ÁREA ESTIMADA	PRODUÇÃO ESTIMADA PELO SISTEMA A SER COLHIDA	2,2,F
ÁREA REALIZADA	PRODUÇÃO EFETIVAMENTE COLHIDA	2,2,F
DIFERENÇA	ÁREA ESTIMADA MENOS A ÁREA REALIZADA	2,2,F
TCH ESTIMADO	TCH ESTIMADO POR FISCAIS DE CAMPO	2,2,F
TCH REALIZADO	TCH EFETIVAMENTE REALIZADO	2,2,F
DT.ULT.ATUALIZAÇÃO	DATA DA ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	DATE
TOPOGRAFIA	CARACTERIZAÇÃO DA TOPOGRAFIA	4,C
ULT. CARREGAMENTO	DATA DO ÚLTIMO CARREGAMENTO SOFRIDO PELO LOTE	DATE

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; F, número decimal; DATE, data; INT, número inteiro.

Demais_usos.gpkg: Contém todos os usos exceto cana, cujos atributos são descritos no quadro 6.

Quadro 6

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
FID	IDENTIFICADOR DA FEIÇÃO	INT
CLASSE	CARACTERIZAÇÃO DO LOTE, SE É CANA, MATO OU MATA	35,C
LOTE	Nº DO LOTE(CHAVE PRIMÁRIA)	35,C
AREA(ha)	ÁREA DO LOTE	10,4,F
CIDADE	CIDADE EM QUE O LOTE ESTÁ INSERIDO	35,C
CAMPO	CAMPO EM QUE O LOTE ESTÁ INSERIDO	25,C
CODIGO	CÓDIGO DO ENGENHO EM QUE O LOTE ESTÁ INSERIDO	3,C
LAYER	NOME DO ENGENHO	15,C

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; F, número decimal; INT, número inteiro.

Município.gpkg, fonte: IBGE. Limites municipais, cujos atributos são descritos no quadro 7

Quadro 7

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
FID	IDENTIFICADOR DA FEIÇÃO	INT
CD_MUN	CÓDIGO DO MUNICÍPIO SEGUNDO IBGE	7,C
NM_MUN	NOME DO MUNICÍPIO	60,C
SIGLA_UF	SIGLA DO ESTADO REFERENTE AO MUNICÍPIO	2,C
AREA_KM2	ÁREA DO MUNICÍPIO EM KM ²	4,3,F

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; F, número decimal; INT, número inteiro.

Estrada.gpkg, fonte: Setor de topografia. Contém estradas federais, estaduais e rotas principais, cujos atributos são descritos no quadro 8.

Quadro 8

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
FID	IDENTIFICADOR DA FEIÇÃO	INT
NOME	NOME DA ESTRADA	7,C
TIPO	JURISDIÇÃO DA ESTRADA	6,C

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; INT, número inteiro.

LimitesAdministrativo.gpkg, fonte: Setor de topografia. Contém os perímetros administrativos dos engenhos, cujos atributos são descritos no quadro 9.

Quadro 9

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
FID	IDENTIFICADOR DA FEIÇÃO	INT
NOME	NOME DO ENGENHO	25,C
CAMPO	NOME DO CAMPO QUE O ENGENHO PERTENCE	7,C

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; INT, número inteiro.

perUrbano.gpkg, fonte: setor de topografia. Contém o perímetro urbano de onde a empresa possui engenhos, cujos atributos são descritos no quadro 10.

Quadro 10

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
FID	IDENTIFICADOR DA FEIÇÃO	INT
NOME	NOME DO PERÍMETRO URBANO	25,C

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; INT, número inteiro.

rotAdministrativo.gpkg, fonte: setor de topografia. Contém o centróide dos limites dos engenhos, cujos atributos são descritos no quadro 11.

Quadro 11

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	TIPO
FID	IDENTIFICADOR DA FEIÇÃO	INT
NOME	NOME DO ENGENHO	25,C
CAMPO	NOME DO CAMPO QUE O ENGENHO PERTENCE	7,C

Fonte: Autor (2022). Tipos de dados: C, caracteres; INT, número inteiro.

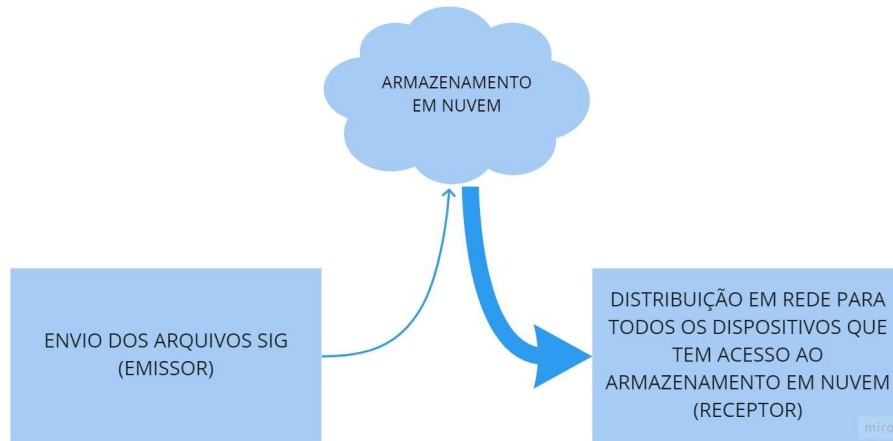
MAPA TEMÁTICO – É o resultado da ordenação e organização dos dados de forma a comunicar fenômenos e evidenciar contextos geográficos. Visa criar mapas quantitativos, qualitativos e ordenados.

RELATÓRIO - Visa fornecer relatórios a nível de lote.

CRÍTICA DE ÁREA - Visa corrigir as diferenças de áreas entre os mapas e o sistema de informação agrícola.

CONEXÃO COM O CELULAR - Visa distribuir o SIG para dispositivos móveis. Vale salientar que a distribuição, esquematizada na Figura 7, só acontece quando houver internet disponível, tanto para o emissor quanto para o receptor. Ressalta-se que os dados acessados pelo receptor ficam armazenados nos respectivos dispositivos.

Figura 7 - Fluxograma da distribuição dos dados SIG

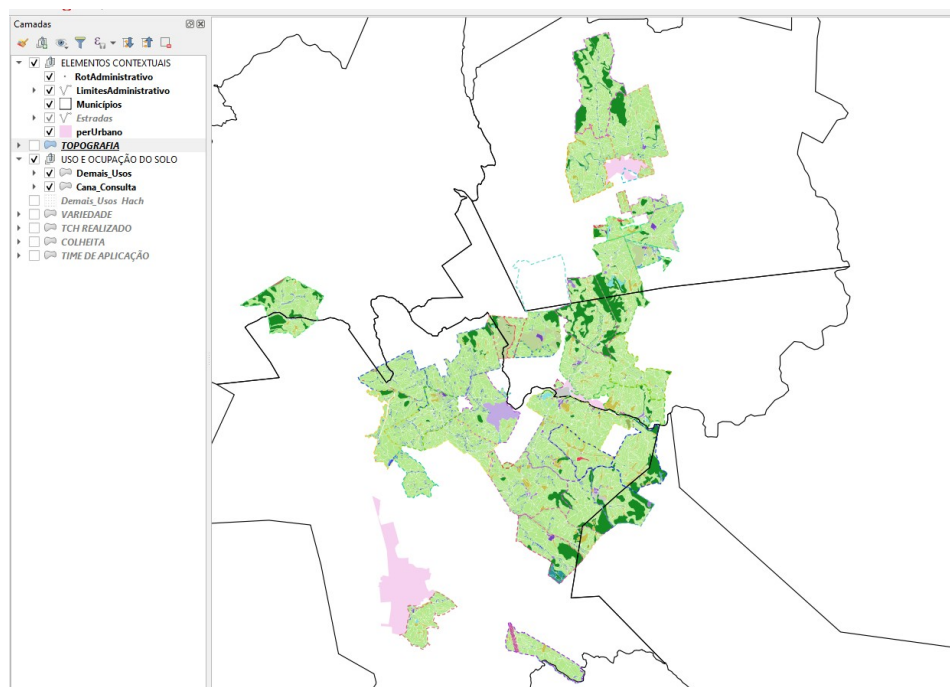


Fonte: Autor (2022).

4.3 Modelo físico

O modelo físico é implementado em computador corporativo com acesso à nuvem, construído através do software QGIS e acessado via Qfield. A Figura 8 mostra a visualização de parte do modelo físico implementado.

Figura 8 - Modelo físico implementado



Fonte: Autor (2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As ferramentas utilizadas no antigo modelo de gestão territorial aliado ao dinamismo da safra foram deixando os dados cadastrais obsoletos. O processo de atualização cadastral nem sempre se completou e a presença de erros grosseiros se tornou recorrente, a geração manual dessas informações é uma das causas. Após a implementação do SIG, a impressão dos relatórios descritivos do uso e ocupação do solo passaram a ser automatizados, eliminando os erros grosseiros. Na figura 9 temos o modelo padrão exportado pelo Qgis e na Figura 10 um relatório personalizado por programação.

Figura 9 - Relatório exportado pelo QGIS, na forma de tabela

CLASSE	LOTE	AREA(ha)	CIDADE	CAMPO	CODIGO
CANA	01	3,18	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	02	2,13	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	02	3,77	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	03	4,89	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	03	0,23	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	04	12,43	ESCADA	CAMPO A	99
DRENO	04	0,55	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	05	0,2	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	05	0,36	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	05	4,85	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	05	1,26	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	06	0,51	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	06	1,78	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	06	0,53	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	07	5	ESCADA	CAMPO A	99
MATO	07	0,18	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	08	1,11	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	09	5,2	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	10	2,91	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	11	6,55	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	12	1,58	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	12	0,39	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	13	0,03	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	13	2,19	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	13	2,77	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	14	9,53	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	15	8,6	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	16	0,64	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	16	7,62	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	17	4,48	ESCADA	CAMPO A	99
DRENO	17	0,01	ESCADA	CAMPO A	99
DRENO	17	0,21	ESCADA	CAMPO A	99
CANA	18	6,06	ESCADA	CAMPO A	99
DRENO	18	0,35	ESCADA	CAMPO A	99

Fonte: Autor (2022).

Figura 10 - Relatório exportado pelo Qgis via programação

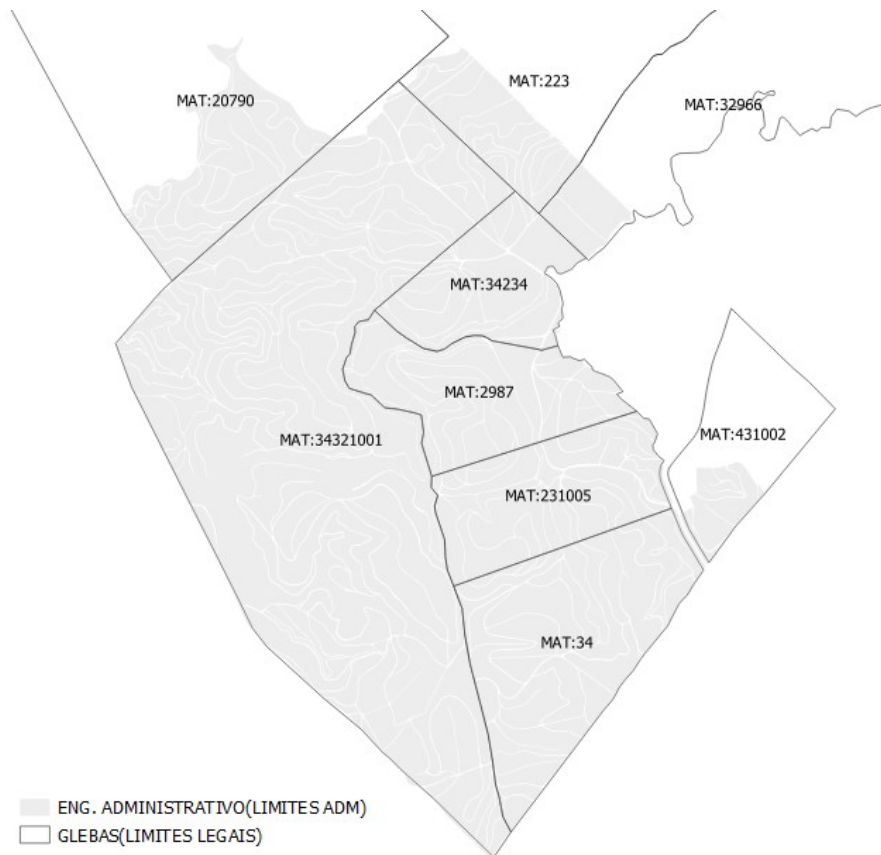
LOTE	ÁREA LÍQUIDA	EST	POUSIO	MATA	DRENO	ROCHA	SÍTIO	RELEVO	RIO/RIACHO	OUTROS	ÁREA BRUTA
1	3,18	-	0	0	0	0	0	-	0	0	3,18
2	5,9	-	0	0	0	0	0	-	0	0	5,9
3	5,13	-	0	0	0	0	0	-	0	0	5,13
4	12,43	-	0	0	0,55	0	0	-	0	0	12,98
5	6,66	-	0	0	0	0	0	-	0	0	6,66
6	2,82	-	0	0	0	0	0	-	0	0	2,82
7	5	-	0,17	0	0	0	0	-	0	0	5,17
8	1,11	-	0	0	0	0	0	-	0	0	1,11
9	5,2	-	0	0	0	0	0	-	0	0	5,2
10	2,91	-	0	0	0	0	0	-	0	0	2,91
11	6,55	-	0	0	0	0	0	-	0	0	6,55
12	1,97	-	0	0	0	0	0	-	0	0	1,97
13	5	-	0	0	0	0	0	-	0	0	5
14	9,53	-	0	0	0	0	0	-	0	0	9,53
15	8,6	-	0	0	0	0	0	-	0	0	8,6
16	8,26	-	0	0	0	0	0	-	0	0	8,26
17	4,48	-	0	0	0,22	0	0	-	0	0	4,7
18	6,06	-	0	0	0,35	0	0	-	0	0	6,41
19	9,84	-	0	0	0,36	0	0	-	0	0	10,2
20	18,23	-	0	0	0,77	0	0	-	0	0	19
21	4,41	-	0	0	0	0	0	-	0	0	4,41
22	4,16	-	0	0	0	0	0	-	0	0	4,16
23	8,01	-	0	0	0,17	0	0	-	0	0	8,18
24	5,85	-	0	0	0,1	0	0	-	0	0	5,95
25	3,84	-	0	0	0,13	0	0	-	0	0	3,97
26	5,44	-	0	0	0,01	0	0	-	0	0	5,46
27	8,13	-	0	0	0	0	0	-	0	0	8,13
28	9,88	-	0	0	0	0	0	-	0	0	9,88
29	1,46	-	0	0	0	0	0	-	0	0	1,46
30	6,07	-	0	0	0	0	0	-	0	0	6,07
31	5,87	-	0	0	0	0	0	-	0	0	5,87
32	6,09	-	0	0	0	0	0	-	0	0	6,09
33	3,84	-	0	0	0	0	0	-	0	0	3,84
34	16,69	-	0	0	0,92	0	0	-	0	0	17,61
35	7,8	-	0	0	0	0	0	-	0	0	7,8

Fonte: Autor (2022).

A ligação entre as informações agrícolas com o sistema de informação geográfica permitiu a avaliação em massa dos lotes que divergem quanto aos valores de área. Isso possibilita ajustes pontuais, garantindo correspondência total entre os dados fornecidos pelo setor de topografia com as informações do setor de controle agrícola.

Outro tipo de relatório, que dá suporte aos projetos exigidos por bancos e órgãos fiscalizadores, requer o entendimento que existem dois tipos de limites: administrativo e legal (gleba). O primeiro nasce da aglutinação de limites legais que se confrontam, mas não possuem delimitações físicas. Este é adotado pela equipe da produção agrícola e fornece ao banco de dados as informações de uso da terra. O segundo tem finalidade jurídica, servindo para penhora, empréstimos e afins. Este requer mais cuidado na confecção e sua construção é demorada, uma vez que o recorte geométrico é feito manualmente e novos quadros de resumos precisam ser criados. Observa-se ainda que os limites legais coincidem quando só há uma gleba. A Figura 11 mostra um engenho administrativo cortado por várias glebas.

Figura 11 - Engenho administrativo e as glebas que o compõem.



Fonte: Autor (2022).

O avanço da tecnologia permitiu o barateamento e acesso aos smartphones, emergindo a necessidade de aplicações móveis em ambiente SIG. Ter o SIG no smartphone possibilita:

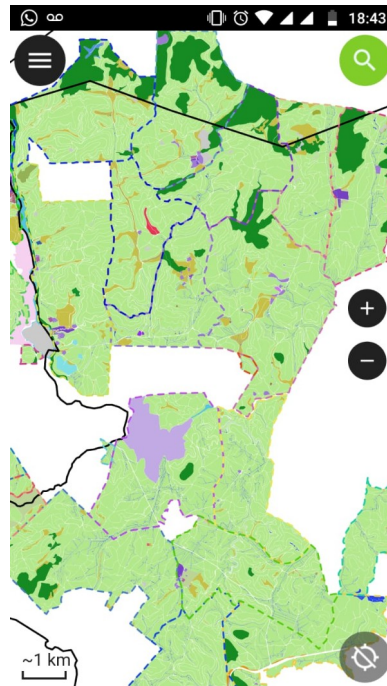
- Supressão do uso dos cadernos de mapas assim como as pedras de lote;
- A universalidade no acesso às informações agrícolas;
- Navegação e consulta independente de rede móvel;
- Levantamento de informações por meio de formulários;
- Posicionamento em tempo real;
- Facilidade na geração de coleções de mapas temáticos;

- Localização de lotes e engenhos por pesquisa;

A seguir são mostrados alguns exemplos de emprego do sistema implementado:

- a. Parte do mapa geral (Figura 12)

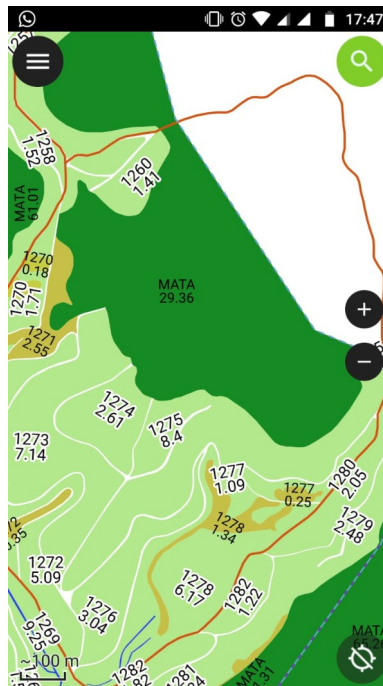
Figura 12 - Captura da tela do celular apresentando parte do mapa geral.



Fonte: Autor (2022).

b. Mapa com toponímia de rótulos (Figura 13)

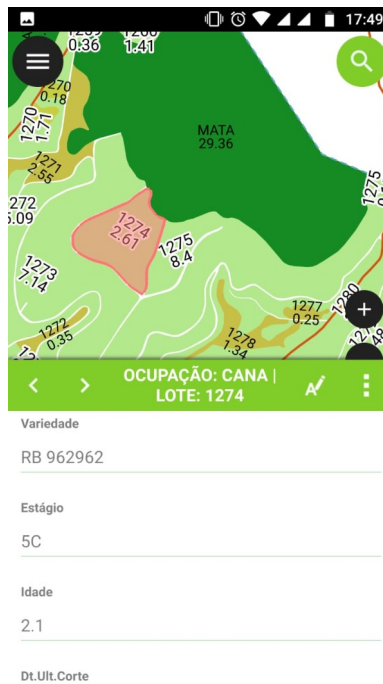
Figura 13 - Captura da tela do celular apresentando os rótulos habilitados baseados na escala.



Fonte: Autor (2022).

c. Mapa com toponímia de rótulos e tabela de Atributos (Figura 14)

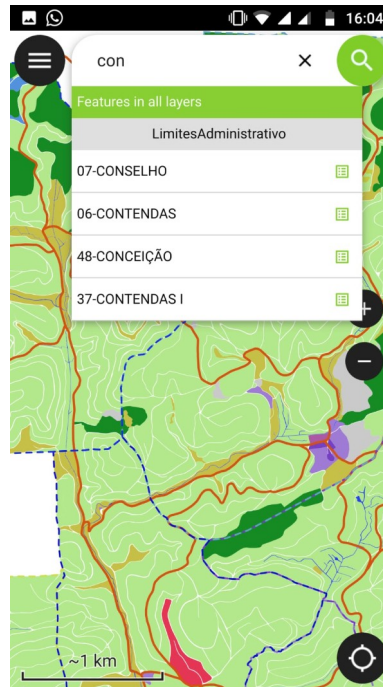
Figura 14 - Captura da tela do celular mostrando as principais informações agrícolas do lote 74 do engenho 12, importadas do sistema de informação agrícola.



Fonte: Autor (2022).

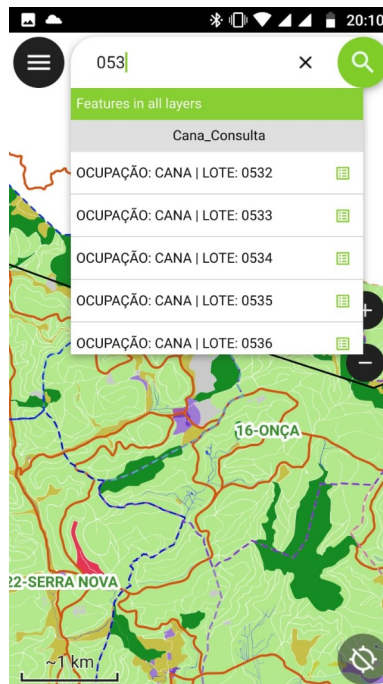
d. Consultas feitas a partir de pesquisa (Figuras 15 e 16)

Figura 15 - Captura da tela do celular mostra consulta sendo feita por engenho



Fonte: Autor (2022).

Figura 16 - Captura da tela do celular mostra consulta sendo feita por lote



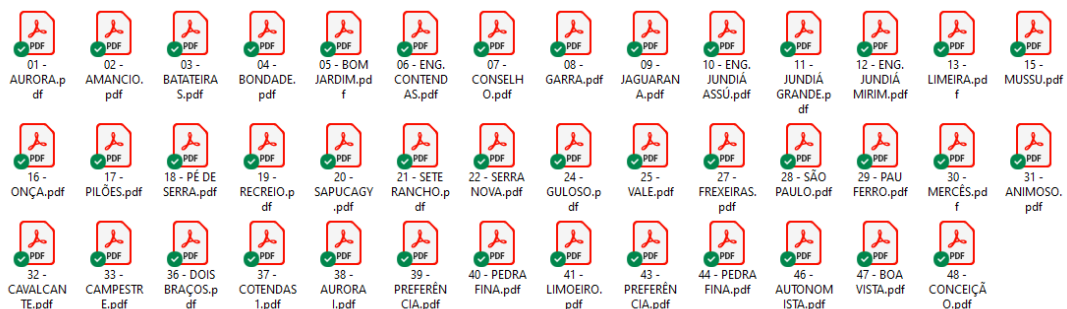
Fonte: Autor (2022).

Para manter os dados seguros foi desabilitada a edição, caso precise realizar alguma alteração, esta deve ser levada ao controle agrícola. Com o intuito de realizar uma consulta mais rápida, atributos menos importantes foram desabilitados. Ressalta-se a importância de manter os dispositivos atualizados para que os dados obsoletos não interfiram em alguma decisão. Fazê-los sem apoio da programação não é simples, visto que as informações são extraídas de múltiplos relatórios acrescidos de modificações geométricas quando ocorrerem, como por ex. criação ou o fechamento de novas estradas, caminhos, etc.

Na agricultura o mapa temático tem se mostrado indispensável. Entretanto, falta aos profissionais envolvidos o entendimento que os dados por si só não são informações, uma vez que na maioria dos casos o contexto geográfico importa. A falta de educação cartográfica dificulta o desenvolvimento de novos mapas. Isso acontece porque muitos usuários não visualizam aplicações eficientes até que o mapa seja produzido.

O uso de mapas coloridos a mão era feito pela gerência há várias safras. Na ocasião eram solicitados em poucos casos. A produção desse material demandava horas de trabalho e a produção de mais de um exemplar implicava em colorir os mesmos mapas mais de uma vez. Como solução, o SIG oferece a possibilidade não só de colorir mapas como também exportá-los em coleções. Economiza-se na mão de obra e o armazenamento em meio digital permite que os mapas possam ser disseminados de forma ilimitada, com variedade de formas e extensões. Como exemplo, a Figura 17 identifica uma coleção de mapas temáticos disponibilizados na nuvem para diversos usuários.

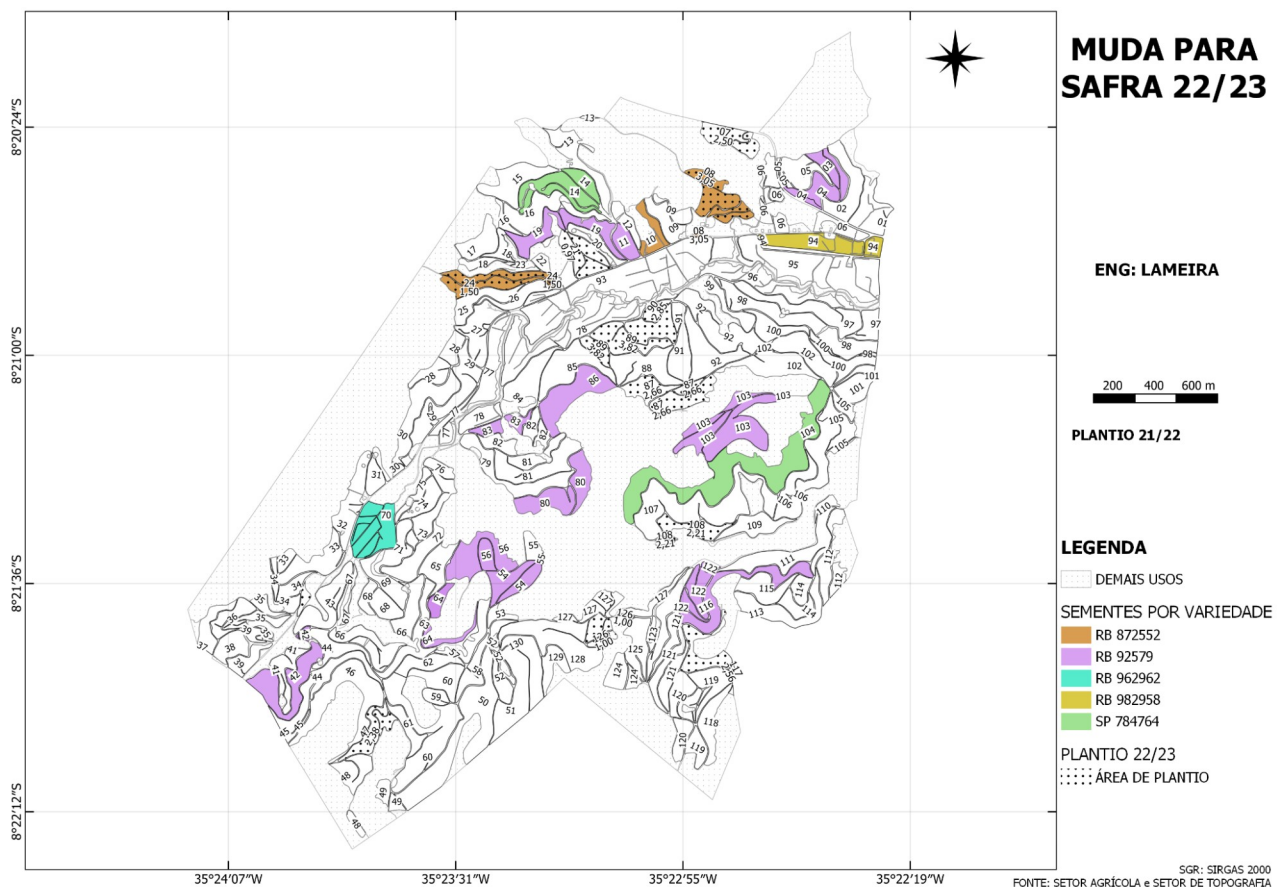
Figura 17 - Coleção de mapas por engenhos exportada em formato PDF.



Fonte: Autor (2022).

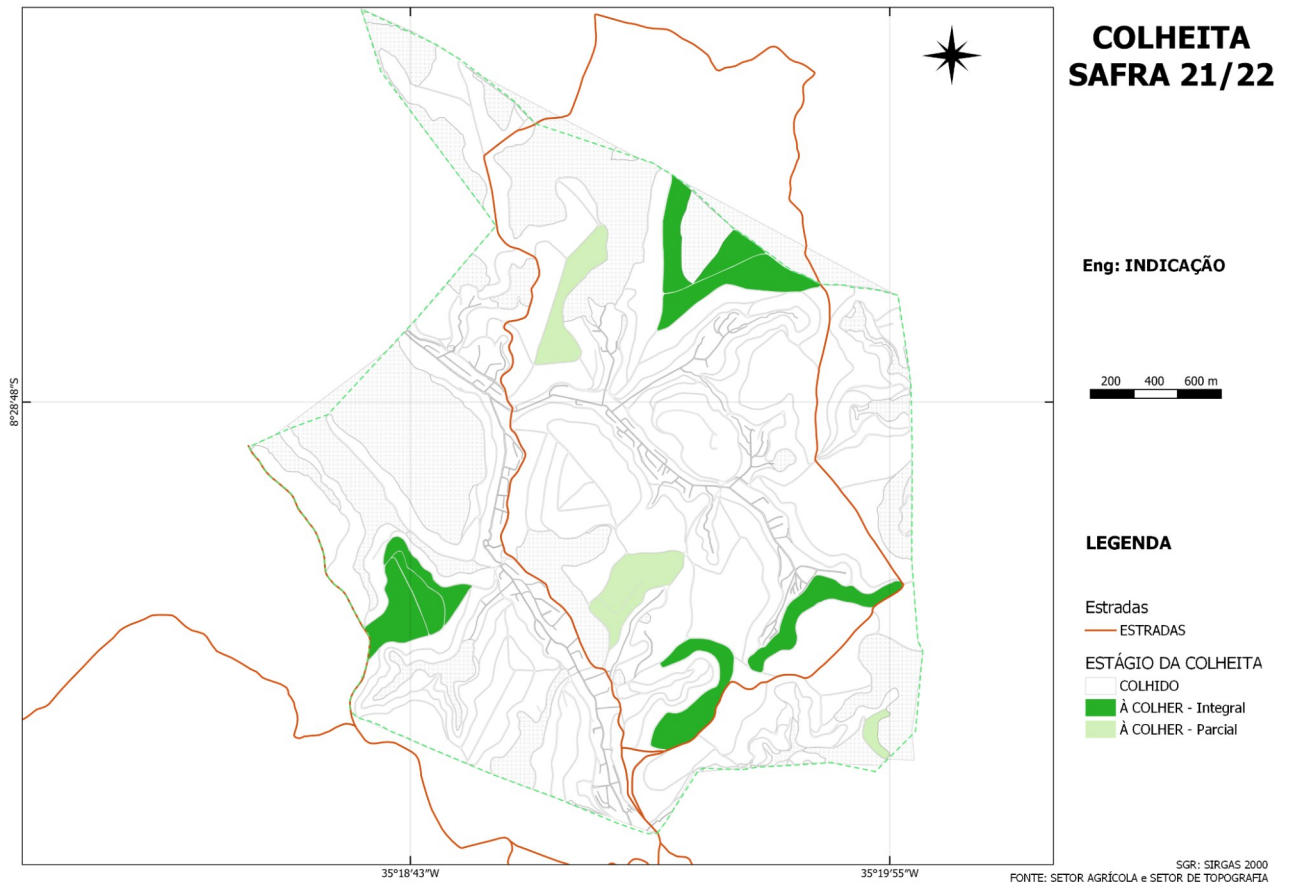
Na figura 18, exemplifica-se os lotes que serão plantados e os lotes candidatos que servirão de sementes classificadas por variedades e na Figura 19 lotes para colheita. Antes disso, tais informações eram disponibilizadas por meio de tabelas e por esse motivo, o planejamento era confiado ao fiscal de campo. Com esse SIG a produção do mapa permitiu independência e a participação dos gestores no planejamento e acompanhamento do plantio.

Figura 18 - Mapa temático para muda



Fonte: Autor (2022).

Figura 19 - Mapa temático da colheita.



Fonte: Autor (2022).

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um SIG para agricultura, significa ruptura da velha metodologia de trabalho adotada. A implementação desse sistema não demanda hardware adicional nem software comercial. Em relação a esse último, verifica-se a disponibilização de várias plataformas de SIG gratuitas, de código aberto e comunidades globais ativas. Observa-se o óbice da ausência de capital humano tanto para desenvolvimento de aplicativos quanto para exploração e especificação do SIG.

O ganho de produtividade foi identificado na produção agrícola e a comunicação cartográfica foi vista como impulsora. Essa última permitiu um aumento nos tipos de mapas criados, apoiando a agricultura em diferentes épocas do ano. Embora a maioria dos usuários tenha feito adesão total ao sistema, ainda falta engajamento maior e instrução das equipes de campo. Equipes mal instruídas, geram entrada de dados sem qualidade, produzindo uma base de dados duvidosa e pouco confiável, comprometendo a implementação do sistema. Deste modo evidencia-se a importância da gestão da informação que se mostra ausente e é encarada como crítica.

Assim como o software, o aplicativo não demanda muito recurso, mas há uma minoria de trabalhadores que possuem smartphones tão básicos que os impedem de ter acesso ao SIG. Esse fato cria resistência em relação ao abandono dos mapas físicos.

Outro segmento espacial que tem se mostrado importante para a agricultura é o sensoriamento remoto. Essa tecnologia, associada ao SIG, tem grande potencial no aumento de produtividade além de ser fonte de dados externa.

REFERÊNCIAS

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **RESULTADO DO PIB DO AGRONEGÓCIO EM 2020**, 12 mar 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/video/resultado-do-pib-do-agronegocio-em-2020.aspx>. Acesso em: 17 ago. 2021.

DE QUEIROZ, Daniel Marçal *et al.* (Ed.). **Agricultura digital**. Suprema Gráfica Editora, 2020.

DW. **Estudo prevê retrocesso do crescimento populacional até 2100**. DW Brasil. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/estudo-prev%C3%AA-retrocesso-do-crescimento-populacional-at%C3%A9-2100/a-54187402>>. Acesso em 30 de ago de 2021.

EMBRAPA. **TRAJETÓRIA DA AGRICULTURA BRASILEIRA**, EM 23 abr 2018. Disponível em: [Trajetória da agricultura brasileira - Portal Embrapa](#). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira#:~:text=Entre%20os%20indicadores%20mais%20ilustrativos,a%20%C3%A1rea%20plantada%20apenas%20dobrou>> Acesso em 17 ago 2021.

EMBRAPA. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo**. Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>>. Acesso em: 30 de ago de 2021.

ESRI. **ArcGis 9. What is ArcGis?**. 2004.

FELDENS, Leopoldo. **O Homem, a agricultura e a história**. Lajeado : Ed. Univates, 2018.

FOREST, Rafael; DA COSTA, Jaqueline Severino. A expansão da cana-de-açúcar e seus impactos sobre a segurança alimentar. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 18, n. 3, 2016.

HARVEY, F. Jacques Bertin's legacy and continuing impact for Cartography. **Cartography and Geographic Information**, v. 46, n. 2, p. 97-99, 2019a. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15230406.2019.1533784>. Acesso em: 27 de março de 2020.

IBGE. **IBGE divulga as estimativas da população dos municípios para 2019**. Agência IBGE Notícias. Disponível em:

<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25278-ibge-divulga-as-estimativas-da-populacao-dos-municipios-para-2019>>. Acesso em: 30 de ago de 2021.

IBGE. **PPM 2019: após dois anos de queda, rebanho bovino cresce 0,4%**. Agência IBGE Notícias. Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29163-ppm-2019-apos-dois-anos-de-queda-rebanho-bovino-cresce-0-4>>. Acesso em: 30 de ago de 2021.

KNAFLIC, Cole Nussbaumer. **Storytelling com Dados**. Tradução: Tortello, J. 01. ed. Rio de Janeiro. Altas Books, 2018.

KRAAK, Menno-Jan; ORMELING, Ferjan. **Cartography: visualization of geospatial data**. CRC Press, 2010.

LAWHEAD, Joel. **Learning Geospatial Analysis with Python**. 03. ed. local: Birmingham: Packt Publishing Ltd. 2019.

MANKIW, N. Gregory. **Introdução à Economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MELO, Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto; SILVA, Patrícia Lustosa Brito; MENEZES, Leonardo Araújo. **SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: UMA ANÁLISE SOBRE O DESENVOLVIMENTO TÉCNICO, TECNOLÓGICO, ACADÊMICO E CONCEITUAL**.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2015.

NETO, George. **O SURGIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO**.

SAMPAIO, Tony Vinicius Moreira. **Cartografia Temática**. Programa de Pós-Graduação em Geografia-UFPR, 2019.

SANCHEZ, Isabela; CALAIS, Raphael. **Hierarquia Visual e a Sua Importância em Aplicações**. Performa_it. Disponível em: <<https://performait.com/blog/hierarquia-visual/>>. Acesso em: 30 de ago de 2021.

SILVA, Pricila. **SIMBOLOGIA PARA REPRESENTAÇÃO DE ELEMENTOS CARTOGRÁFICOS: UMA PROPOSTA PARA NORMATIZAÇÃO DA CARTA CADASTRAL**. Orientador: José Luiz Portugal. 2020.145 f.Dissertação (Mestrado) - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Pernambuco, 2020.

TÁVORA, Fernando Lagares. **História e economia dos biocombustíveis no Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2011.