

## **Expansão e espacialização de pivô central no município de Santa Fé de Goiás – GO, utilizando Geoprocessamento e *Open Data Kit* (ODK)**

**The expansion and spatialization of central pivot areas in the county of Santa Fé de Goiás – Goiás - Brazil, using the geoprocessing and *Open Data Kit* (ODK)**

*Cleonice Batista Regis Soares*

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás,  
Regional Jataí – GO, Brasil  
[cleoniceregis@gmail.com](mailto:cleoniceregis@gmail.com)

*Márcio Rodrigues Silva*

Prof. Dr. Universidade Federal de Goiás - UFG – Regional Jataí, Brasil  
[marcioufg@gmail.com](mailto:marcioufg@gmail.com)

*Alécio Perini Martins*

Prof. Dr. Universidade Federal, de Goiás - UFG – Regional Jataí, Brasil  
[alecioperini@yahoo.com.br](mailto:alecioperini@yahoo.com.br)

### **Resumo**

A partir da década de 1970, a agricultura no cerrado brasileiro passou por um intenso processo de transformação, marcado por grandes avanços tecnológicos e pesquisas agrônômicas, imprimindo um novo modelo de desenvolvimento para este segmento baseado na utilização de novas técnicas e formas de uso dos recursos naturais, principalmente solo e água que passam a ser apropriados em benefício do aumento da produtividade agrícola com ênfase nos plantios de sequeiro e também irrigação por pivô central. O sistema de irrigação por pivô central teve sua implementação a partir do início da década de 1980, propiciando aumento considerável da produção e a possibilidade de fazer mais de uma safra/ano. Neste contexto, o trabalho objetivou identificar e espacializar a expansão multitemporal das áreas de irrigação por pivô central no município de Santa Fé de Goiás – Goiás, com a utilização de geotecnologias como Imagens de Satélite provenientes do Programa Espacial Landsat (5, 7 e 8) e aplicativo móvel *Open Data Kit* (ODK) para a coleta de dados em campo, possibilitando a criação de questionários customizados e gerenciamento centralizado dos dados em ambientes *off-line/online*. Os resultados deste estudo indicam que no ano 1990 existia apenas um aparelho com 123,00 ha, em 2000 existiam 7 aparelhos representando 660,00 ha irrigados, em 2010 existiam 14 aparelhos com 1.776,38 ha irrigados e no ano 2018 foram identificados 29 aparelhos totalizando 3.296,38 ha irrigados. Contudo, observa-se a necessidade de garantir o uso sustentável do solo e água.

**Palavras-chave:** geotecnologias, recursos naturais, agricultura, pivô central.

### **Abstract**

From the '70s, Brazil's agriculture in the cerrado has passed through an intense process of transformation. This process, characterised by high technological advances and agronomic research, transmitting a new model of development to this progress based on the use of new techniques and mould of natural resources, mostly soil and water that became appropriate to the benefit of agricultural productivity-increasing through ways of implementation of irrigation systems by a central pivot. The irrigation systems by central pivot have its implementation at the beginning of the 80's providing a considerable increase in production and the possibility to make more than one harvest for the year. In this context, the labor objected to identify and to give space to the multitemporal sprawl of the areas of irrigation by central pivot in the county of Santa Fé de Goiás -

Goiás, with the use of geo-Technologies as satellite images by the space Landsat program (5,7,8) and the mobile app Open data Kit (ODK) to the collection of data in fields, making possible the creation of customized questionnaires and centralised management to the data in off-line/online places. The results indicate that in 1990 there was only on advice with 123,00 ha, in 2000 there were seven divices representing 660,00 ha irrigated, in 2010 there were 14 divices with 1.776,38 ha irrigated and in 2018 29 divices were identified amounting 3.296,38 ha irrigated. However, we can see the need to ensuring the sustainable use of soil and water.

**Keywords:** Geotechnologies. Natural resources, agriculture, irrigation systems.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada é uma modalidade praticada desde as antigas civilizações, como Egito e Mesopotâmia, as quais desenvolveram-se em regiões secas, suprindo assim, a deficiência de água nas culturas.

O desenvolvimento do sistema de irrigação por pivô central deu-se em 1952, porém o seu uso só se consolidou a partir de 1960, aumentando expressivamente a demanda pela sua utilização. Na década de 90 seu uso já está difundido na maioria dos países, existindo mais de quatro milhões de hectares irrigados por este sistema (BERNARDO, 1995).

Os sistemas de irrigação por aspersão foram desenvolvidos com a finalidade de fazer a aplicação de água de modo artificial sobre a superfície do solo, simulando as condições de chuva, mas em quantidade controlada de acordo com o tipo de cultura, objetivando propiciar níveis de umidade adequada ao desenvolvimento das plantas.

Verifica-se que o avanço contínuo da modernização e do processo de mecanização no campo engendrou novas formas de produção e manejo. O avanço tecnológico contemplou desde inovação de insumos e sementes até a modernização do maquinário agrícola. É nesse contexto que surge a prática de irrigação por pivô central (MELLO; SILVA, 2007).

A grande aceitação pelo sistema de irrigação por pivô central está ligada a diferentes fatores. Dentre eles, destacam-se principalmente a necessidade mínima de mão-de-obra, a simplicidade de operação, a adaptação a terrenos planos e moderadamente ondulados (até 20%), a possibilidade de realizar aplicação de fertilizantes via água, fato este que propicia ganho de tempo, redução da mão-de-obra e, conseqüentemente, maximização dos lucros (KLEMP ; ZEILHOFER, 2009).

De acordo com a Agência Nacional de Águas por meio do Relatório Síntese do Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil em 2014 (2016, p. 10):

O Brasil possui a nona maior área irrigada do mundo, atrás de Tailândia, México, Indonésia, Irã, Paquistão, Estados Unidos da América, Índia e China. Entretanto, a irrigação no nosso País é considerada pequena frente à área agrícola total, à extensão territorial e ao conjunto de fatores físico-climáticos favoráveis, inclusive a boa disponibilidade hídrica. Por outro lado, os incrementos anuais de área irrigada têm se

mantido elevados nos últimos anos, indicando que esse potencial tem sido aproveitado sobre áreas significativamente maiores a cada ano (FAO, 2012)".

Dados do relatório do Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil realizado pela Agência Nacional das Águas (2016), mostram periódicos dos Censos Agropecuários realizados pelo IBGE (1960-2006) e da ANA (2014), em que a irrigação brasileira tem crescido a taxas médias anuais entre 4,4% e 7,3% desde a década de 1960. Partindo de 462 mil hectares equipados para irrigação em 1960, ultrapassamos a marca de 1 milhão de hectares na década de 1970 e de 3 milhões de hectares na década de 1990. Estima-se que em 2014 foi superada a marca de 6,1 milhões de hectares sob irrigação.

Segundo Christofodis (2006), estima-se que o Cerrado possua cerca de 10 milhões de hectares aptos à irrigação e que, atualmente, menos de 1 milhão de hectares sejam efetivamente utilizados para esse fim.

De acordo com dados oficiais da Secretaria da Fazenda de Estado de Goiás - SEFAZ, disponibilizados pelo Instituto Mauro Borges (2017), o mapeamento realizado em 2016 identificou 3.565 equipamentos de pivô central, sendo 3.326 em Goiás e 239 no Distrito Federal, respectivamente com área de 242.872,58 ha e 14.469,58 ha.

Neste contexto de área irrigada, o município de Santa Fé de Goiás caracteriza-se por ter a pecuária como sua principal atividade econômica, porém constata-se que a partir da década de 1990, as fazendas tradicionais de criação de bovinos deram início à diversificação de suas atividades, integrando em seu portfólio, a agricultura irrigada através de pivô central, imprimindo mudanças de usos do solo que podem representar novas tendências no modelo de desenvolvimento regional interagindo no sistema através de atividades de confinamentos, cultivo de soja, feijão, e outros.

É importante destacar que estas mudanças de uso do solo veem ocorrendo por meio da conversão de áreas de pastagens em áreas agrícolas com destaque ao segmento de *commodities* (soja, milho, feijão, etc.), impulsionados pelas características físicas ambientais favoráveis à prática de uma agricultura tecnificada.

Por outro lado, a posição geográfica estratégica do município lhe confere destaque no cenário econômico por ser cortado pela GO-173 (sentido sul-norte) e a BR-070 como limítrofe sul com o município de Jussara (sentido Leste-Oeste), compondo em importantes vias de escoamento de sua produção, grande mobilidade e possibilidades de investimentos devido sua ligação com importantes mercados consumidores, como a Região Metropolitana de Goiânia, Distrito Federal e Cuiabá-MT.

Nesse sentido, este artigo objetiva demonstrar a expansão multitemporal, espacialização e quantificação das áreas de pivô central do município de Santa Fé de Goiás entre 1990 e 2018, utilizando Sensoriamento Remoto Orbital, Geoprocessamento e o aplicativo móvel *Open Data Kit*



### 3. MATERIAL E MÉTODO

Para a realização do trabalho, foram utilizados os seguintes materiais e procedimentos metodológicos para alcançar o objetivo preconizado (Figura 2):

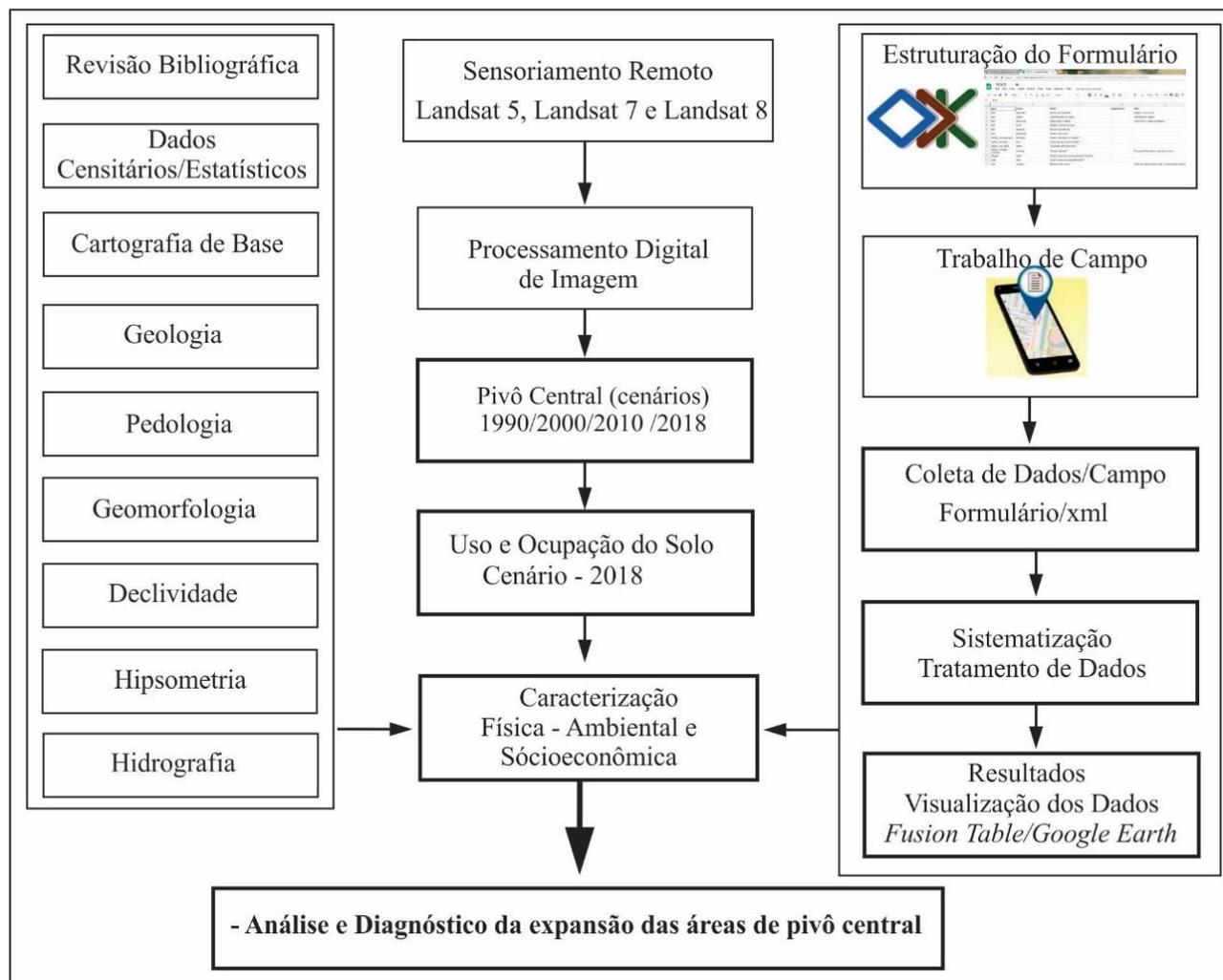


Figura 2 - Fluxograma de atividades.

A proposta metodológica do trabalho foi estruturada obedecendo a quatro etapas:

- **Etapa I** - Revisão bibliográfica, levantamento e aquisição de informações do território (dados estatísticos, censitários, etc.).
- **Etapa II** - Estruturação da base de dados multitemática e multitemporal (informações de inventário, suporte e derivada).

Foi elaborado o inventário das áreas de pivô central referentes ao intervalo temporal de 1990, 2000, 2010 e o mapeamento do uso e ocupação do solo – 2018 por meio de interpretação visual das imagens Landsat -5 Sensor TM (*Thematic Mapper*) para a geração de informações datadas de 1990 e 2010, órbita/ponto 223/071 - composição colorida RGB/543, Landsat 7 ETM+ (*Enhanced Thematic*

*Mapper Plus*) para a geração de informações datadas de 2000, órbita/ponto 223/071 - composição colorida RGB/543 e Landsat 8 Sensor OLI (*Operacional Terra Imager*) para a geração de informações datadas de 2017, órbita/ponto 223/071 - composição colorida RGB/453. Este material foi elaborado com base em interpretação visual considerando as características básicas dos elementos registrados nas imagens digitais de satélites, como: Tonalidade/Cor, Forma, Tamanho/Dimensão, Textura, Elementos Associados e Local (Figura 3).

	Bandas	( $\mu\text{m}$ )	Resolução Espacial
<b>Landsat 5-TM</b> e <b>Landsat 7-ETM+</b>	B3 (visível)	0,63 – 0,69	30 m
	B4 (infravermelho próximo)	0,76 – 0,90	30 m
	B5 (infravermelho médio)	1,55 – 1,75	30 m
<b>Landsat 8 OLI</b>	B3 (visível)	0,53 a 0,59	30 m
	B4 (visível)	0,64 a 0,67	30 m
	B5 (infravermelho próximo)	085 a 0,88	30 m

**Figura 3** - Características Técnicas dos Satélites.

**Fonte:** Adaptado - Inpe (2018).

**Organização:** Autores, 2018.

- **Etapa III** - Levantamento de dados de campo.

O trabalho de campo foi realizado utilizando *Open Data Kit* (ODK), *software open-source* para estruturação de formulários e coleta de dados em campo com dispositivo móvel com sistema operacional *Android*, o preenchimento do formulário em ambiente *offline* para posteriormente ser enviado ao servidor *online* para armazenamento, gerenciamento, tratamento de dados e exportá-los em outros formatos, seguindo o diagrama: Computador  $\rightarrow$  *Android*  $\rightarrow$  Banco de Dados  $\rightarrow$  Análise. A utilização do aplicativo móvel permitiu a aquisição em campo de datas, dados textuais, numéricos e tipológicos, registro fotográfico e aquisição de coordenadas geográficas de forma integrada ao dispositivo.

O questionário elaborado contempla várias informações referentes às áreas de sistema de irrigação por pivô central, enquanto objeto de estudo, tais como a identificação do objeto, descrição, tipologia, tipo de uso, número de safras praticadas/ano, quais culturas praticadas, área de cultivo, aquisição de imagem, geolocalização e observações e/ou constatação de dados *in loco* na forma de questões abertas em texto livre e outros.

A estruturação do questionário eletrônico<sup>2</sup> para a coleta de dados em campo com o dispositivo móvel ODK procedeu-se da seguinte forma:

<sup>2</sup> Mais informações sobre o formulário eletrônico:

[http://macbio-pacific.info/wp-content/uploads/2017/06/ODK\\_Google\\_Documentation.pdf](http://macbio-pacific.info/wp-content/uploads/2017/06/ODK_Google_Documentation.pdf)

[https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/outreach/tutorials/odkcollect\\_drive.html](https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/outreach/tutorials/odkcollect_drive.html)

- i) Foi aberto um *login* no *Google Drive* utilizando *Conta Google*;
- ii) Criou-se uma planilha em branco (*Planilhas Google*);
- iii) A planilha com o questionário foi estruturada com formato *XLSforms*, compatível com a *Planilha Google*;
- iv) Na sequência, a planilha estruturada no formato *XLSforms* foi convertida para um arquivo com extensão *.xml*. (Figura 4).

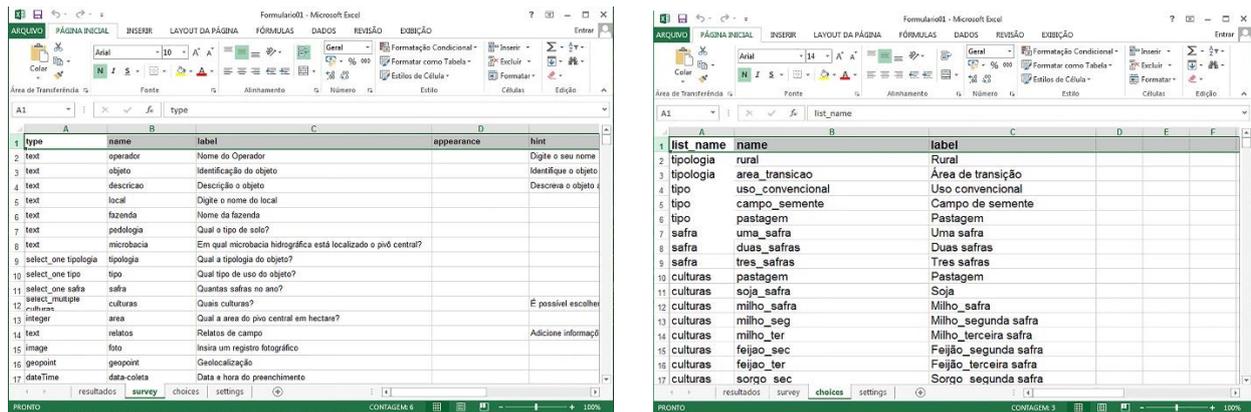


Figura 4 - Estruturação do formulário de questões.

- v) Fazer upload do arquivo formulário *.xml* no *Google Drive*, o qual será exibido no *ODK Collect* no dispositivo *Android*. (Figura 5).

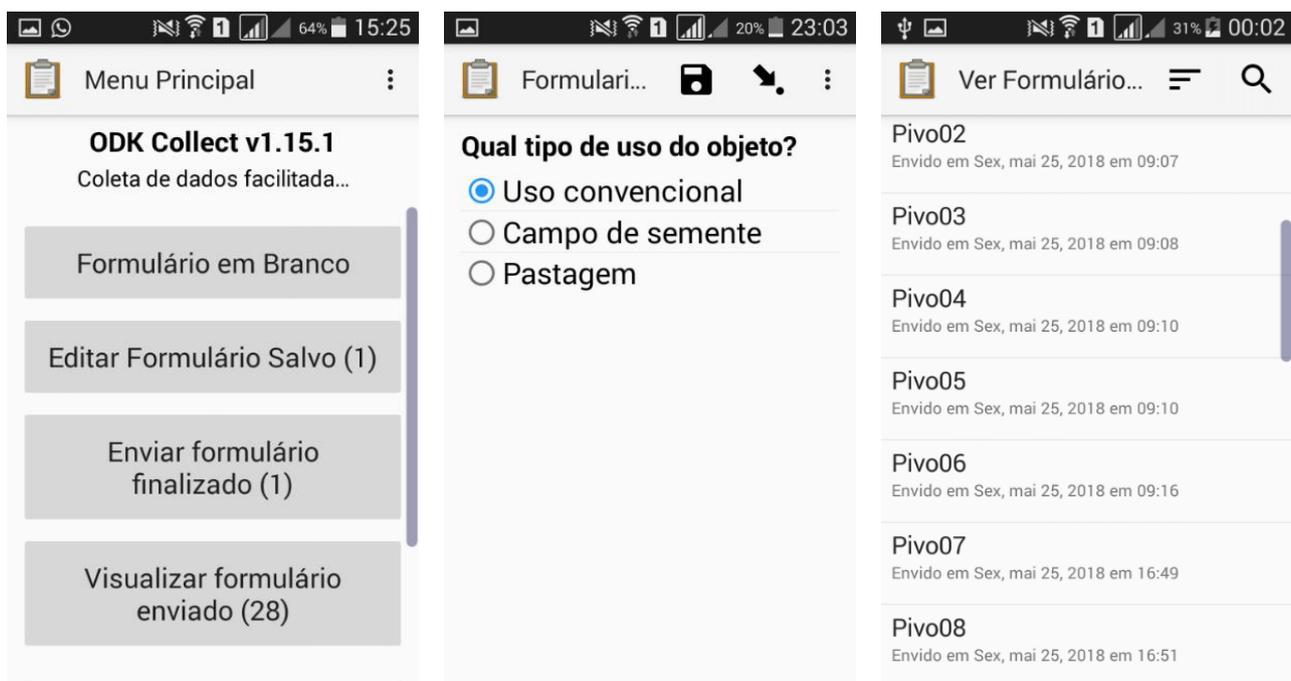


Figura 5 - Interface do *ODK Collect*.

- **Etapa IV** - Análise de dados e estruturação de diagnóstico.

Na conclusão destas etapas foi possível fazer uma caracterização geográfica, permitindo identificar os indicadores e/ou parâmetros da situação atual e estabelecer relações de conhecimento da organização do espaço.

As informações cartográficas foram construídas com base na estrutura de dados de *Input/Output*, obedecendo ao padrão: Datum Horizontal - WGS-84 e Sistema de Projeção – *Universal Transversa de Mercator - UTM*.

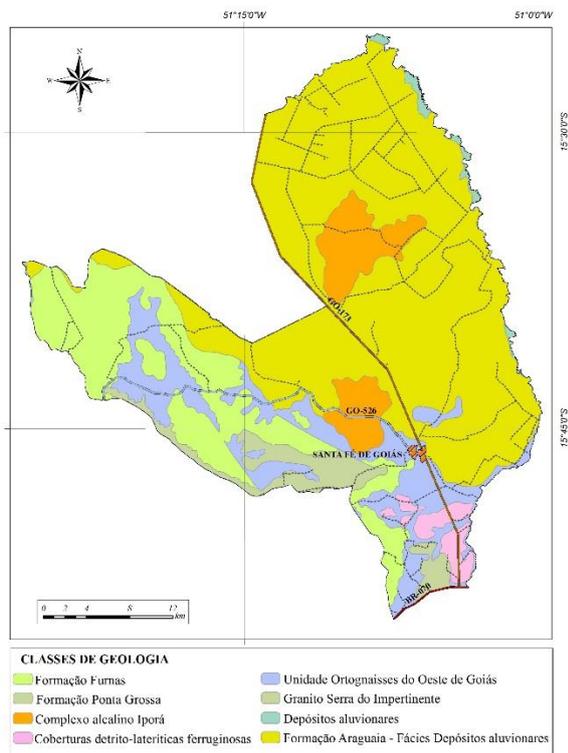
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Santa Fé de Goiás possui relevo com características predominantemente plano a suave ondulado embasados pela Formação Araguaia e por Depósitos Aluvionares, unidade geológica que abrange a região centro-norte do município, onde estão localizados a maioria dos 29 aparelhos do sistema de irrigação por pivô central. Esta unidade é uma superfície regional de aplainamento, com dissecação média e muito fraca, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas. No sul, tem-se pequenas áreas de Coberturas Detrito-lateríticas Ferruginosas e na região central do município observa-se o Complexo Alcalino Iporá, destacando-se a Serra da Pintura, com altitude variando de 320 a 500 metros e feições geomorfológicas de morros e colinas. No sentido sul-noroeste do município tem-se as classes do Grupo Paraná da Formação Furnas, Unidade Ortognaisses do Oeste de Goiás, Formação Ponta Grossa, apresentam relevo de morros e colinas com dissecação média de acordo com a base de dados da Superintendência de Geologia e Mineração – SIC, disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG) (Figuras 6 e 7).

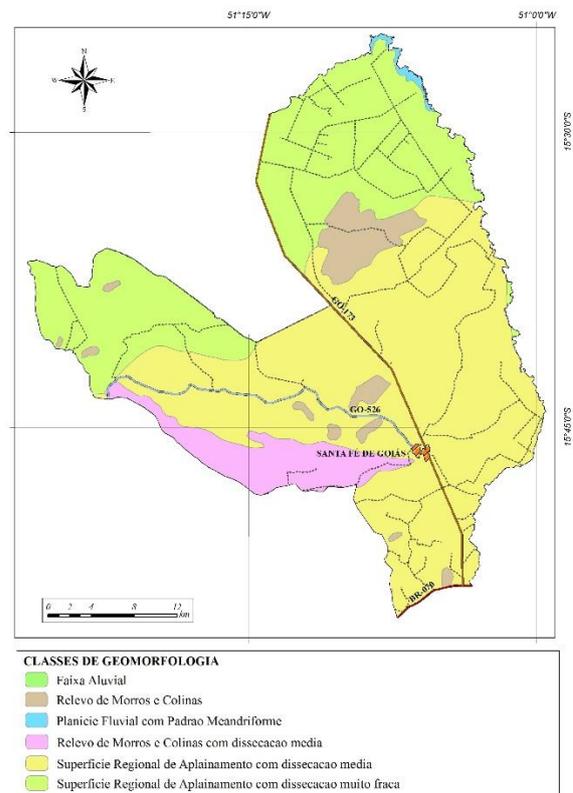
Com base no mapa de solos que teve como fonte a Agência Ambiental de Goiás a partir da base de dados do projeto Determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação - Cons.Imagem/WWF – RADAMBRASIL e disponibilizada pelo SIEG, observa-se que no município predomina o solo do tipo Latossolo, o relevo se classifica como plano e suave ondulado com cobertura vegetal Savana Arborizada. Na região central do município, encontra-se os solos Neossolo apresentando áreas de relevo mais ondulado variando a forte ondulado, no sul e sudoeste tem-se o Argissolo, textura média/argilosa e cobertura vegetal de Floresta Estacional Semidecidual e também o Plintossolo margeando o curso de água na divisa leste do município (Figura 8).

O mapa de Uso e Ocupação do Solo (2018) do município elaborado a partir da interpretação de imagem de satélite Landsat 8 Sensor OLI – 2018, disponibilizada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) demonstra que a atividade econômica predominante é a pecuária com 79.182 ha (67,73 %), desenvolvida em propriedades rurais tradicionais que se transformaram em grandes empresas agropecuárias, modernizando e intensificando seu processo produtivo, melhorando o

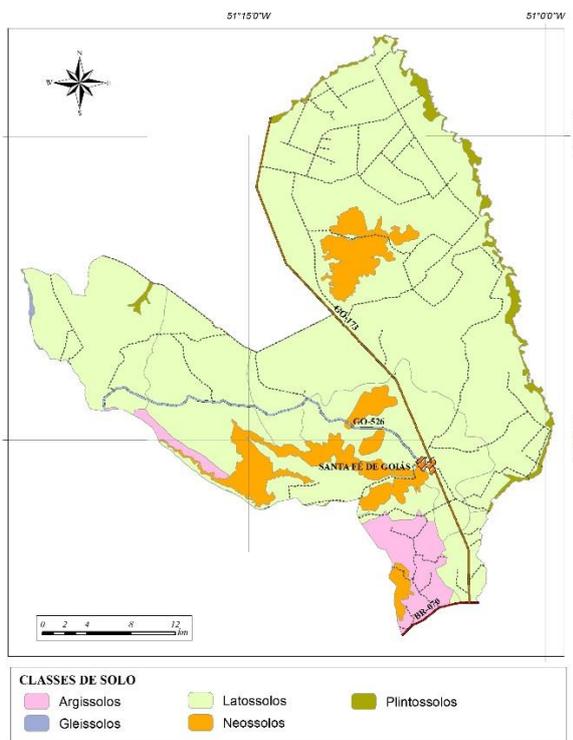
manejo e a qualidade das pastagens empregando fertilizantes, cultivando plantas forrageiras (Figura 9).



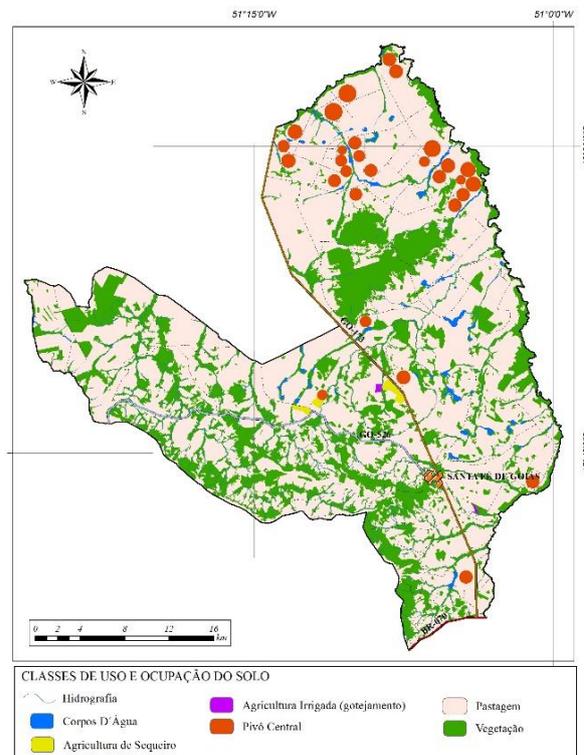
**Figura 6 - Geologia – Santa Fé de Goiás – GO.**  
**Fonte:** SIG-Goiás - Superintendência de Geologia e Mineração – SIC, 2008. **Elaboração:** Soares, 2018.



**Figura 7 - Geomorfologia – Santa Fé de Goiás – GO.**  
**Fonte:** SIG-Goiás - Superintendência de Geologia e Mineração – SIC, 2008. **Elaboração:** Soares, 2018



**Figura 8 - Solos – Santa Fé de Goiás – GO.**  
**Fonte:** Projeto RADAMBRASIL, Agência Ambiental de Goiás, 2016. **Elaboração:** Soares, 2018.



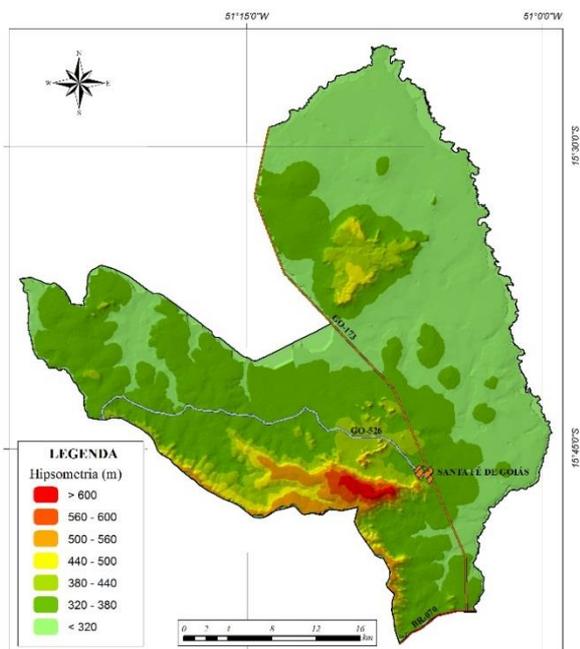
**Figura 9 - Uso do Solo 2018 – Santa Fé de Goiás – GO.**  
**Fonte:** Imagem Landsat 8 Sensor OLI – 2018.  
**Elaboração:** Soares, 2018.

A agricultura de sequeiro é pouco expressiva ocupando 371,09 ha (0,32%), a agricultura irrigada por pivô central apresenta 3.296,38 ha (2,82%). A cobertura vegetal corresponde a 32.796,33 ha (28,05%). Estas áreas remanescentes de vegetação encontram-se principalmente nas áreas de maior inclinação e solos do tipo Argissolos, Neossolos Quartzarênicos, Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho Distroférico típico. Os corpos d'água (lagos naturais + lagos artificiais) ocupam 1.115,88 (0,95%) e área urbana corresponde a 154,68 ha (0,13%).

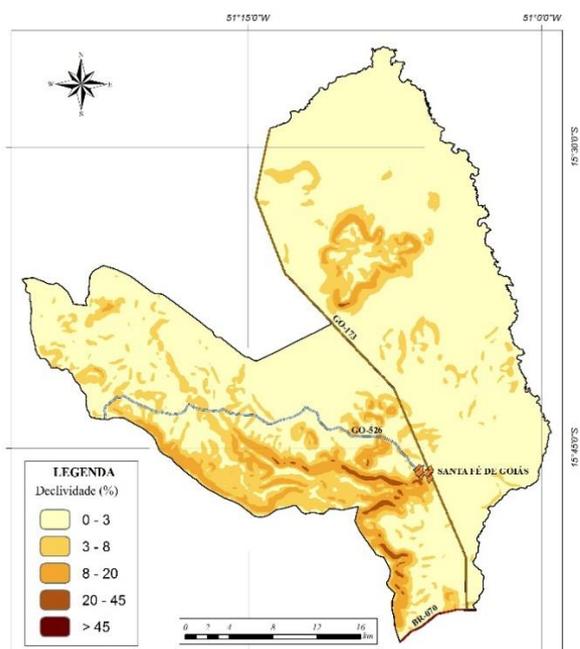
As características do relevo e a declividade do terreno constituem fatores que influenciam fortemente as diferentes formas de uso e ocupação do solo de uma região. Neste contexto, o município caracteriza por relevo predominantemente plano e suavemente ondulado, com altitudes variando entre 280 a 650 metros (Figura 10).

As classes do mapa de declividade foram definidas com base na classificação realizada pela Embrapa Solos (1979), a saber: 0 – 3 % (relevo plano), 3 – 8 % (relevo suavemente ondulado), 8 – 20 % (relevo ondulado), 20 – 45 % (relevo fortemente ondulado), 45 – 75 % (relevo montanhoso) e > 75 % (relevo fortemente montanhoso) (Figura 11).

Observa-se assim, que as características físicas do município de Santa Fé de Goiás demonstram que as áreas de altitudes mais elevadas e as áreas que apresentam maiores níveis de inclinação coincidem com a maior parte das áreas de vegetação natural.



**Figura 10** - Hipsométrico – Santa Fé de Goiás – GO.  
**Fonte:** Imagem SRTM/USGS; IMG; SEGPLAN, 2017.  
**Elaboração:** Soares, 2018.



**Figura 11** - Declividade – Santa Fé de Goiás – GO.  
**Fonte:** Imagem SRTM/USGS; IMG; SEGPLAN, 2017.  
**Elaboração:** Soares, 2018.

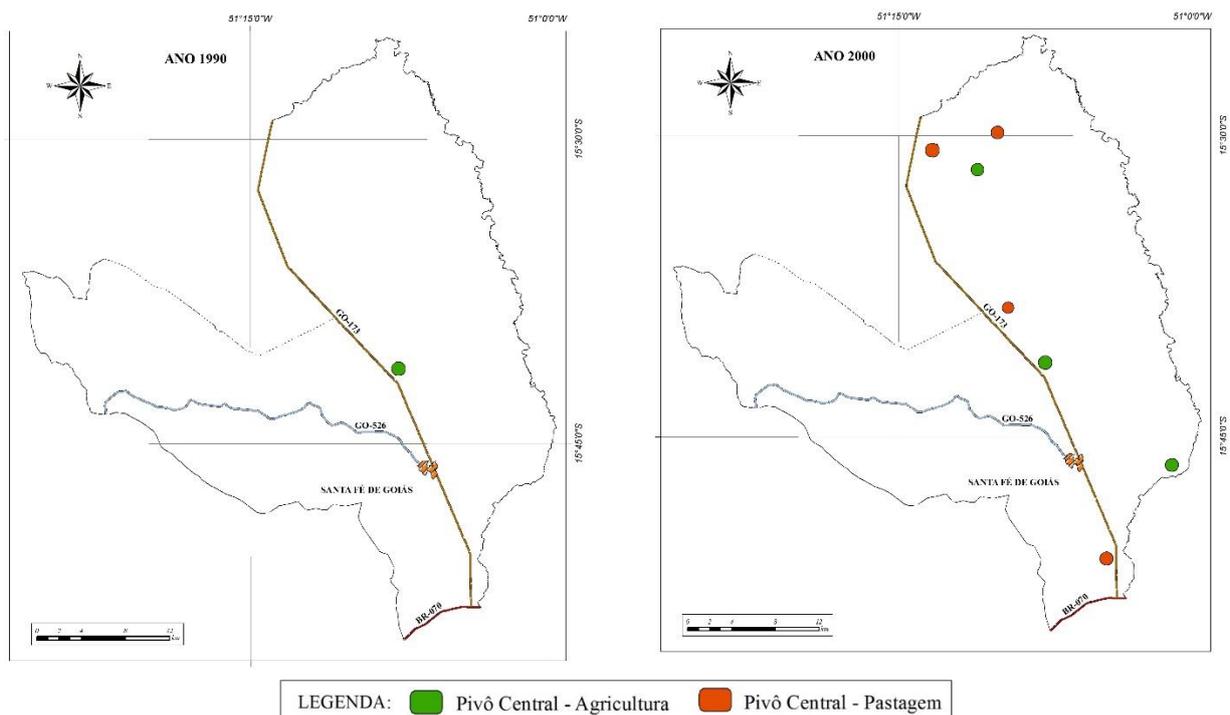
#### 4.1. Expansão das Áreas de Pivô Central de 1990 a 2018 em Santa Fé de Goiás.

A irrigação por pivô central no cerrado tornou-se usual entre os grandes produtores nas últimas décadas, impulsionado mediante a possibilidade de maximizar a produtividade e capacidade de produção de determinados produtos fora do período de sua safra normal, tornando a atividade altamente rentável.

Não menos importante, a posição geográfica do município lhe confere ganho em termos de estratégia no cenário econômico, tais como:

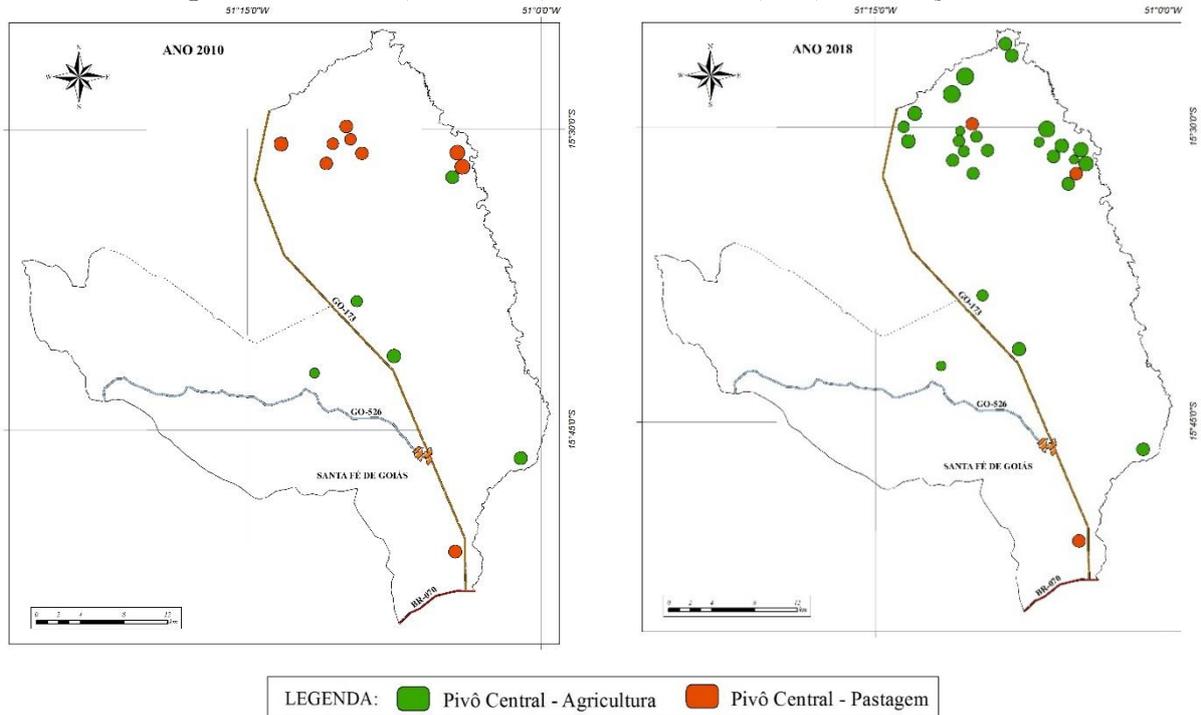
- i) O município tem a BR-070 como seu principal meio de acesso e é atravessado pela GO-173 (sentido sul-norte), compondo importantes vias de escoamento da produção e mobilidade devido sua ligação com grandes centros consumidores como Região Metropolitana de Goiânia, DF e Cuiabá - MT;
- ii) Possui uma unidade frigorífica da empresa agropecuária JBJ localizada no perímetro urbano.

Baseado no mapeamento utilizando Geoprocessamento e Open Data Kit (ODK) como suporte em campo, foi constatado no município de Santa Fé de Goiás que a pecuária de corte é a atividade econômica predominante. Porém, é crescente o aumento da conversão de áreas de pastagens em áreas agrícolas com destaque ao segmento de *commodities* através da irrigação por pivô central, devido as características edafoclimáticas e relevo favoráveis à prática de uma agricultura tecnificada (Figuras 12 e 13).



**Figura 12** - Expansão do número de pivôs centrais no município de Santa Fé de Goiás - GO de 1990 a 2000.

**Fonte:** Imagem Landsat 5 TM (1990 e 2010), Landsat 7 ETM+ (2000). **Elaboração:** Autores, 2018.



**Figura 13** - Expansão do número de pivôs centrais no município de Santa Fé de Goiás - GO de 2010 a 2018.

**Fonte:** Imagem Landsat 5 TM (1990 e 2010) e Landsat 8 OLI (2018).

**Elaboração:** Soares, 2018.

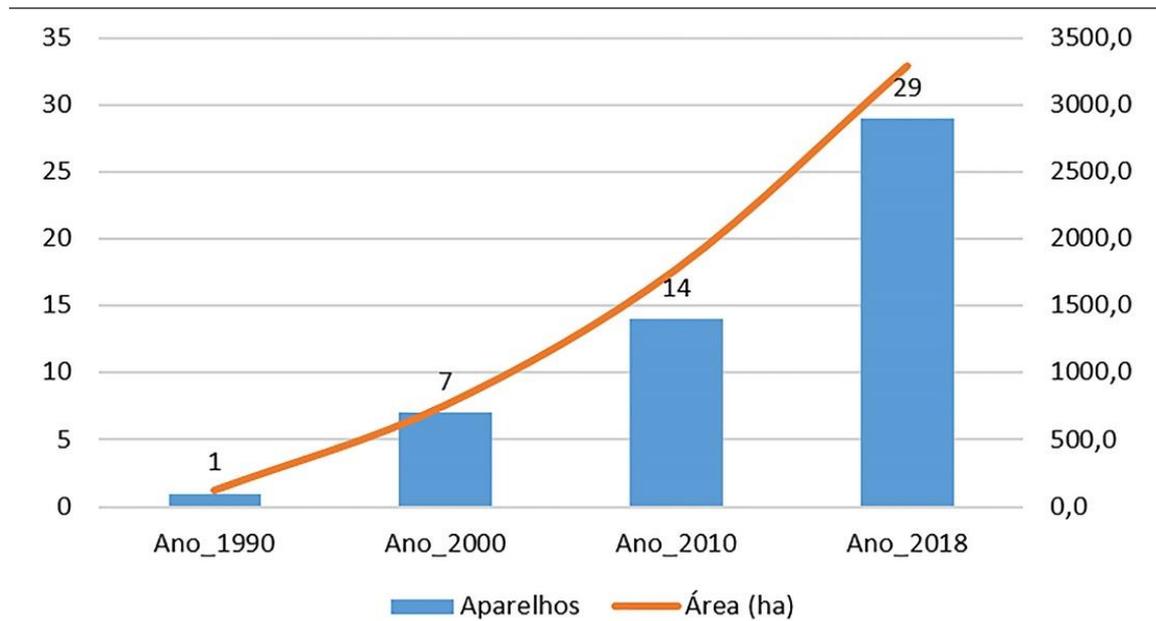
No que se refere aos dados levantados, constata-se que em 1990 foi identificado e espacializado apenas 01 pivô central totalizando 123,00 ha de área, ocupado com atividade agrícola. No ano de 2000 foram identificados e espacializados 07 pivôs centrais, totalizando 760,00 ha.

Desse total, foram identificados que 04 pivôs centrais estavam sendo utilizados para pastagem, totalizando área de 419,00 ha. Em 2010 foram identificados e espacializados 14 pivôs centrais, totalizando 1.577,00 ha. Desse total, foram constatados 09 pivôs utilizados para pastagem, totalizando 986,00 ha. Já em 2018 foram identificados e espacializados 29 pivôs centrais, totalizando 3.296,38 ha. Desse total, foram identificados 3 pivôs centrais utilizados para pastagem, totalizando 326,00 ha.

As geoinformações adquiridas demonstram um aumento contínuo das instalações de aparelhos e quantitativo de área para irrigação por pivô central no município de Santa Fé de Goiás. (Figura 14).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018), demonstram um forte incremento no número de área de plantio de soja, apresentando 250,00 ha plantados no ano de 2010, aumentando para 1.160,00 ha em 2014 e 2.070,00 ha em 2016. Em relação à cultura do feijão, observa-se que no ano de 2010 eram apenas 390,00 ha de área plantada, ocorrendo aumento para 1.160 ha em 2014 e 2016. Na sequência tem-se a cultura do milho, a qual não apresentou mudanças

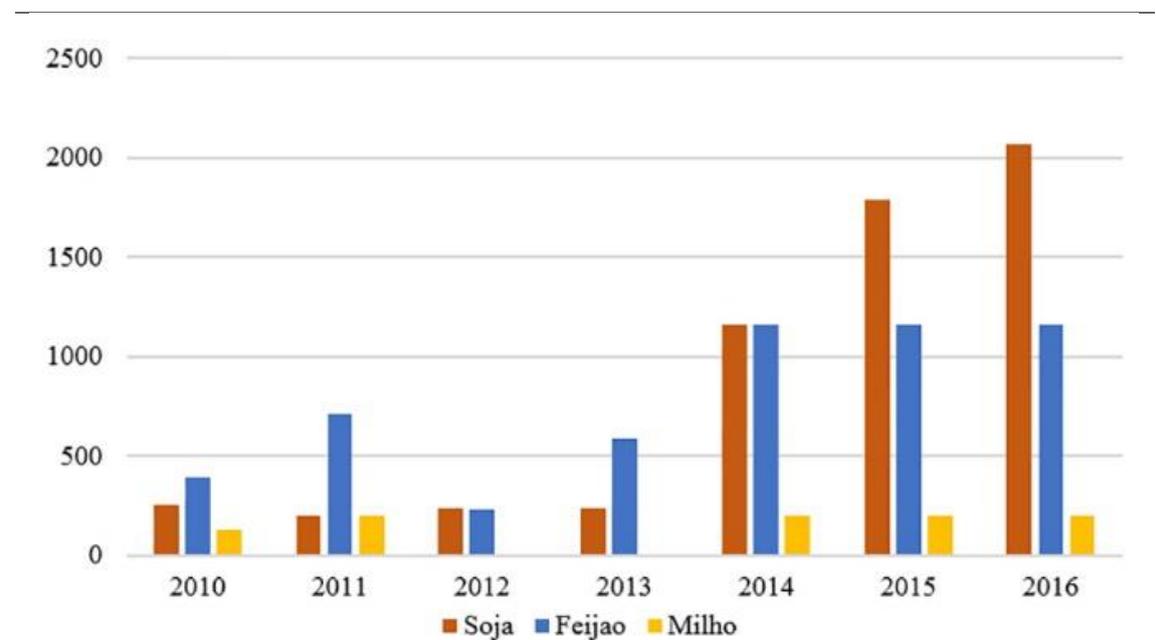
significativas em relação ao mesmo período analisado, apresentando 130,00 ha no ano de 2010 e 200,00 ha em 2016 (Figura 15).



**Figura 14.** Dados de área e quantidade de aparelhos de pivô central 1990 a 2018.

**Fonte:** Mapeamento utilizando Imagem de Satélite Landsat 5, 7 e 8.

**Elaboração:** Autores, 2018.



**Figura 15 -** Área plantada de Soja, Feijão e Milho (há) entre os anos de 2010 e 2016.

**Fonte:** IBGE, 2018.

**Organização:** Soares, 2018.

A partir do processamento digital das imagens de satélite datada de 2018 e a coleta de dados com o ODK (cujo resultados podem ser visualizados na Figura 05), o contexto atual do município de Santa Fé de Goiás apresenta os seguintes aspectos:

1. O município se caracteriza por grandes propriedades, as quais transformaram-se em empresas agropecuárias.
2. A agricultura convencional está sendo praticada em 26 pivôs centrais e 03 pivôs centrais são utilizados com gramíneas/pastagem, totalizando 226,00 ha. Estas áreas estão localizadas nas Fazendas Jussara (1), Guanabara (1) e Lavônia (1).
3. São cultivadas duas ou três safras/ano, sendo a cultura da soja a primeira safra (26 pivôs), predominando a cultura do feijão como segunda safra, totalizando 19 pivôs centrais, a cultura do milho como segunda safra em 06 pivôs centrais, sendo 1 utilizado para milho silagem (Fazenda Lavínia) e a terceira safra em geral planta-se milheto com objetivo de formar cobertura de palhagem.
4. A região possui características edafoclimáticas favoráveis ao crescimento das áreas de plantio com suporte a uma agricultura altamente tecnificada.

	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Planilha-descric	Planilha-local	Planilha-fazenda	Planilha-pedologia	Planilha-microbacia	Planilha	Planilha-tipo	Planilha-safra	Planilha-c
2	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Cachoeira	Latossolo Vermelho	Ribeirao do Mutum	rural	uso_convencional	duas_safras	soja_safra	
3	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Goianesia	Latossolo Vermelho	Corrego Barreirinho	rural	uso_convencional	duas_safras	soja_safra	
4	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Serra da P	Latossolo Vermelho	Corrego das Marrecas	rural	uso_convencional	duas_safras	soja_safra	
5	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Marajo I e	Latossolo Vermelho	Corrego Schmidt	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
6	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Marajo I e	Latossolo Vermelho	Corrego Schmidt	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
7	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Marajo I e	Latossolo Amarelo	Corrego Schmidt	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
8	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Marajo I e	Latossolo Amarelo	Corrego Pintura	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
9	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Marajo I e	Latossolo	Corrego Pintura	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
10	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Marajo I e	Latossolo	Corrego Pintura	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
11	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Marajo I e	Latossolo	Corrego Pintura	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
12	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Guanabara	Latossolo Vermelho	Corrego Pintura	rural	uso_convencional	duas_safras	soja_safra	
13	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Guanabara	Latossolo Vermelho	Corrego Pintura	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
14	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Guanabara	Latossolo Amarelo	Corrego Pintura	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
15	Livo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Guanabara	Latossolo Amarelo	Corrego Pintura	rural	pastagem	uma_safra	pastagem	
16	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Guanabara	Latossolo Amarelo	Ribeirao Samambaia	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
17	Pivo Central	Município de Santa Fé   Fazenda Guanabara	Latossolo Amarelo	Ribeirao Samambaia	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
18	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Lavinha	Latossolo Vermelho	Corrego Sao Jose	rural	uso_convencional	tres_safras	soja_safra	
19	Pivo Central	Município Santa Fé   Fazenda Lavinha	Latossolo Vermelho	Corrego Sao Jose	rural	pastagem	uma_safra	pastagem	

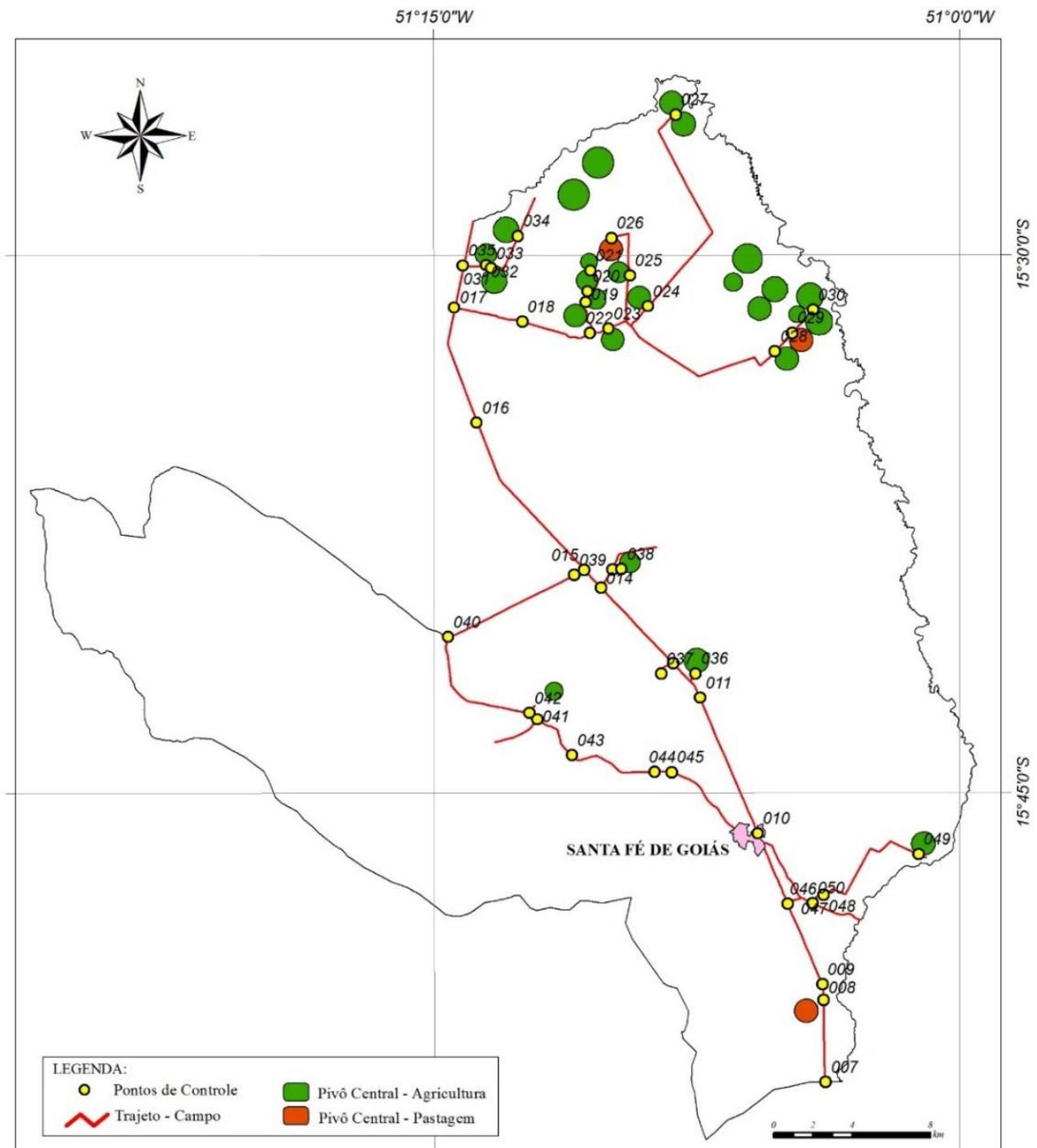
Figura 16 - Visualização da planilha preenchida após coleta de dados em campo.

#### 4.2. Roteiro do Trabalho de Campo – Santa Fé de Goiás

Para a realização do trabalho de campo foi confeccionada uma base cartográfica reportando informações de vegetação, pivô central, estradas pavimentadas e sem pavimentação, hidrografia para nortear a coleta de dados a partir da utilização do formulário eletrônico com o ODK Collect, tendo como resultado a elaboração do roteiro de campo, como ilustra a Figura 17.

O trajeto de campo teve início na entrada do Município de Santa Fé de Goiás, no entroncamento da BR-070 com a GO-173 no Ponto 07, divisa com o município de Jussara (Figura 18).

Após percorrer aproximadamente 5,0 km chega-se ao Ponto 09, o qual identifica-se uma área de pastagem, destacando a mancha de solo Latossolo Vermelho localizado na margem direita da GO-173 no sentido sul-norte em direção ao perímetro urbano do município (Figura 19).



**Figura 17** - Roteiro do Trabalho de Campo – Maio/2018.

**Fonte:** Mapeamento – Imagem de Satélite Landsat 8/Coleta de Dados – ODK Collect

**Elaboração:** Autores, 2018.



**Figura 18** - Vista da entrada - Santa Fé de Goiás.  
**Fonte:** Soares, 2018.



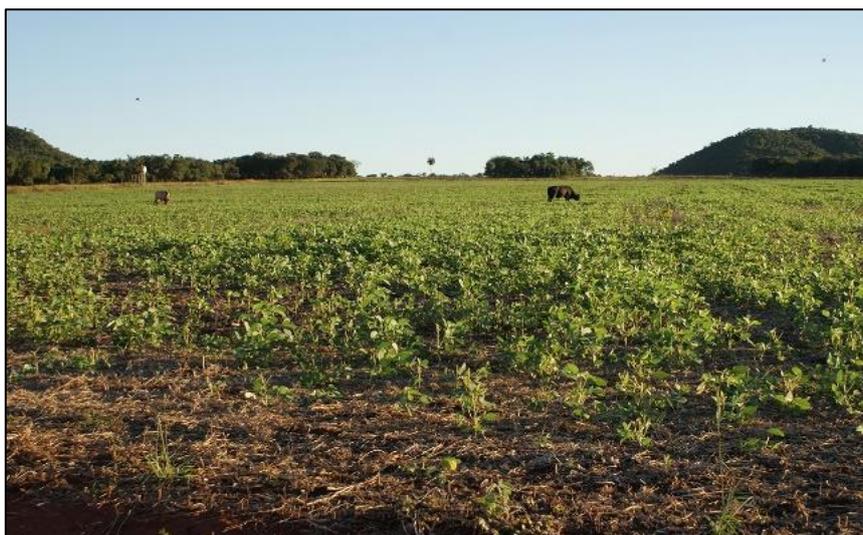
**Figura 19** - Área de Latossolo Vermelho – Pt. 09.  
**Fonte:** Soares, 2018

Seguindo pela GO-173, percorrendo aproximadamente 1,5 km chega-se ao perímetro urbano do município no Ponto 10, na entrada da cidade está instalada a empresa agropecuária Frigorífico JBJ, a qual encontra-se em fase de ampliação de suas instalações com a finalidade de aumentar sua capacidade produtiva (Figura 20).

Dando sequência ao trajeto com deslocamento de 8,0 km seguindo pela GO-173 em direção à cidade de Britânia até o Ponto 11 e Ponto 12, tem-se do lado esquerdo da rodovia uma área de 173,62 ha de soja sequeiro cultivada na safra 2017/2018 (Figura 21).



**Figura 20** - Vista geral do Frigorífico - Pt.10.  
**Fonte:** Soares, 2018.



**Figura 21** - Área de Soja – Pt. 11 e 12.  
**Fonte:** Soares, 2018.

Continuando pela GO-173, depois de percorrer aproximadamente 8,5 km até o Ponto 15, tem-se uma vista lateral da Serra da Pintura (sentido oeste-leste), destacando-se por ser uma área de solo Neossolo Quartzarínico e Argissolo Vermelho, relevo classificado como forte ondulado e ondulado e cobertura vegetal do tipo floresta estacional semidecidual (Figura 22). Deslocando em estrada vicinal, passando pelo Córrego Pintura (Ponto 22) chega-se ao Ponto 23 que corresponde ao pivô central (feijão) na Fazenda Guanabara, tendo ao fundo a vista da Serra da Pintura (sentido norte-sul) (Figura 23).



**Figura 22** - Vista lateral da Serra da Pintura a partir da GO-173 - Pt.15.  
**Fonte:** Soares, 2018.



**Figura 23** - Faz. Guanabara – Pivô Central (feijão), ao fundo a Serra da Pintura – Pt. 23.  
**Fonte:** Soares, 2018.

Do Ponto 23, seguindo em direção sul-leste até o Córrego São José na Fazenda Lavônia, passando pelo Ponto 28 (pivô central cultivado com feijão – 113,00 ha), em sequência chega-se ao Ponto 29, um pivô de pastagem com 112,00 ha (Figura 24).

Seguindo pela mesma estrada a partir do Ponto 29 até o Ponto 30, tem-se o pivô central 22 cultivado com feijão (Figura 25), e do lado esquerdo os pivôs 24 de 57,00 ha (cultivado com milho) e 23 com 145,00 ha cultivado com feijão.



**Figura 24 -** Faz. Lavônia – Pivô Central (pastagem) - Pt. 29.  
**Fonte:** Soares, 2018.



**Figura 25 -** Faz. Lavônia - Pivô Central (feijão) - Pt.30.  
**Fonte:** Soares, 2018.

A partir do ponto 23, deslocando-se por 14,7 km até o Ponto 27 (direção norte), visualiza-se o pivô central do lado esquerdo e lado direito cultivados com feijão. Observa-se que estes dois pivôs estão localizados sobre uma área de transição de solo Latossolo Amarelo para Gleissolo Melânico Distrófico típico (cor cinza), ao fundo visualiza-se a mata ciliar do Rio Água Limpa (Figura 26).

Para ter acesso ao Ponto 34, retornou-se ao Ponto 17, seguindo assim pela GO-173 em direção a Britânia, percorrendo mais 6,5 km chega-se ao Ponto 34 na Fazenda Marajó (pivô central cultivado com feijão – 134,00 ha) (Figura 27).



**Figura 26** - Faz. Guanabara – Pivô Central (feijão) - Pt. 27.  
**Fonte:** Soares, 2018.



**Figura 27** - Fazenda Marajó – Pivô Central (feijão) - Pt. 34.  
**Fonte:** Soares, 2018.

O Ponto 42 (cultivo de milho com capim) está localizado na Fazenda Goianésia no sentido noroeste da cidade de Santa Fé de Goiás, com destaque para o solo Latossolo Vermelho Distroférico típico (Figura 28).

Percorrendo aproximadamente 7,8 km em direção à cidade tem-se o Ponto 44 (Figura 29) uma área de pastagem degradada, a região apresenta solos do tipo Latossolo Vermelho Distroférico típico e Argissolo Vermelho Eutrófico típico.



**Figura 28** - Faz. Goianésia – milho sequeiro - Pt. 42.  
**Fonte:** Soares, 2018.



**Figura 29** - Área de pasto - Pt. 44.  
**Fonte:** Soares, 2018.

A recolha de dados e/ou informações georreferenciadas por todo o município de Santa Fé de Goiás com a adoção dessa plataforma aumentou significativamente a eficiência dos trabalhos de campo, uma vez que os dados foram coletados em formato digital e enviados para o servidor.

#### **4.3. Visualização dos dados de campo no Google Fusion Table e Google Earth**

Os dados coletados durante a etapa de campo do trabalho utilizando o *Open Data Kit*, foram armazenados na forma de tabela do *Google Fusion Table* (plataforma de hospedagem do *Google*) e visualizados no *Google Earth* como mostram as Figuras 30 e 31.

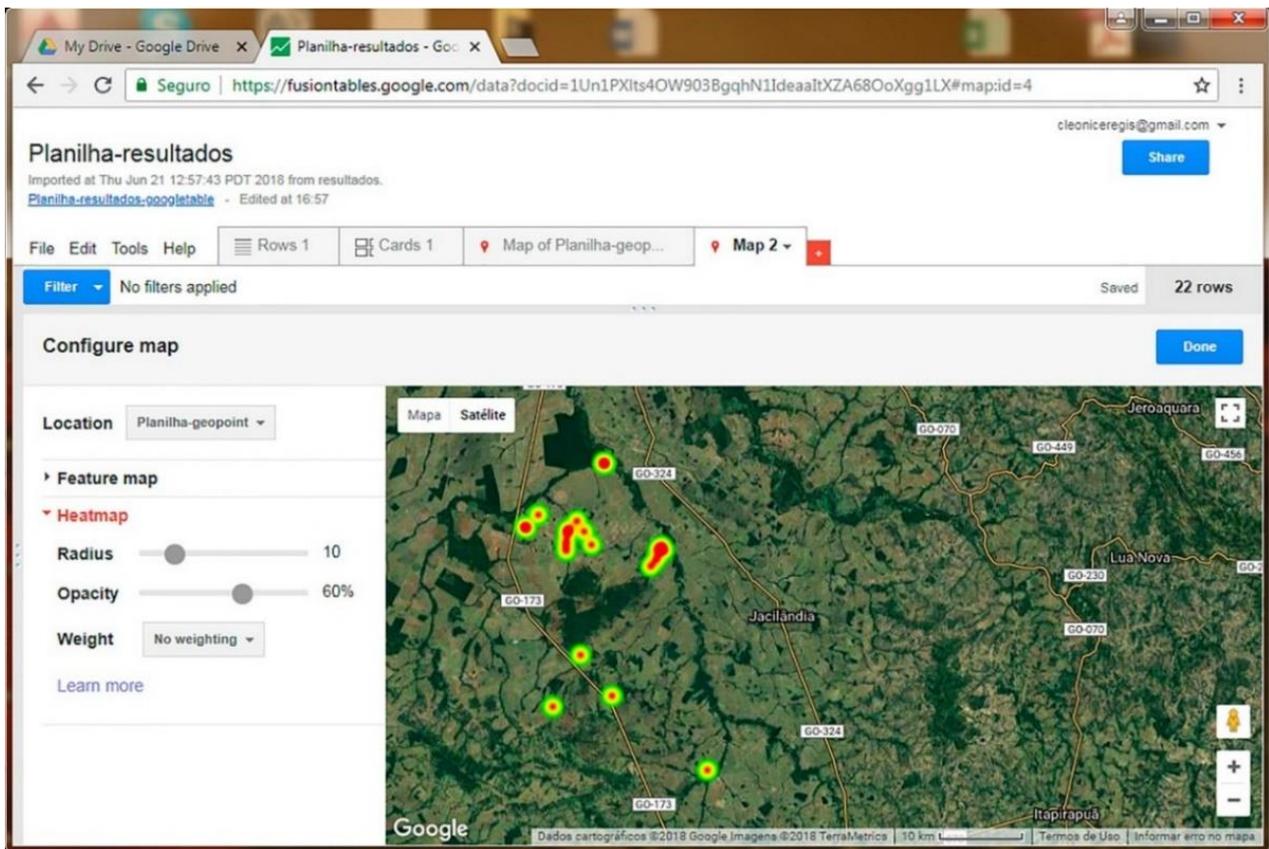


Figura 30 - Visualização dos dados no *Google Fusion Table* e *Google Earth*.

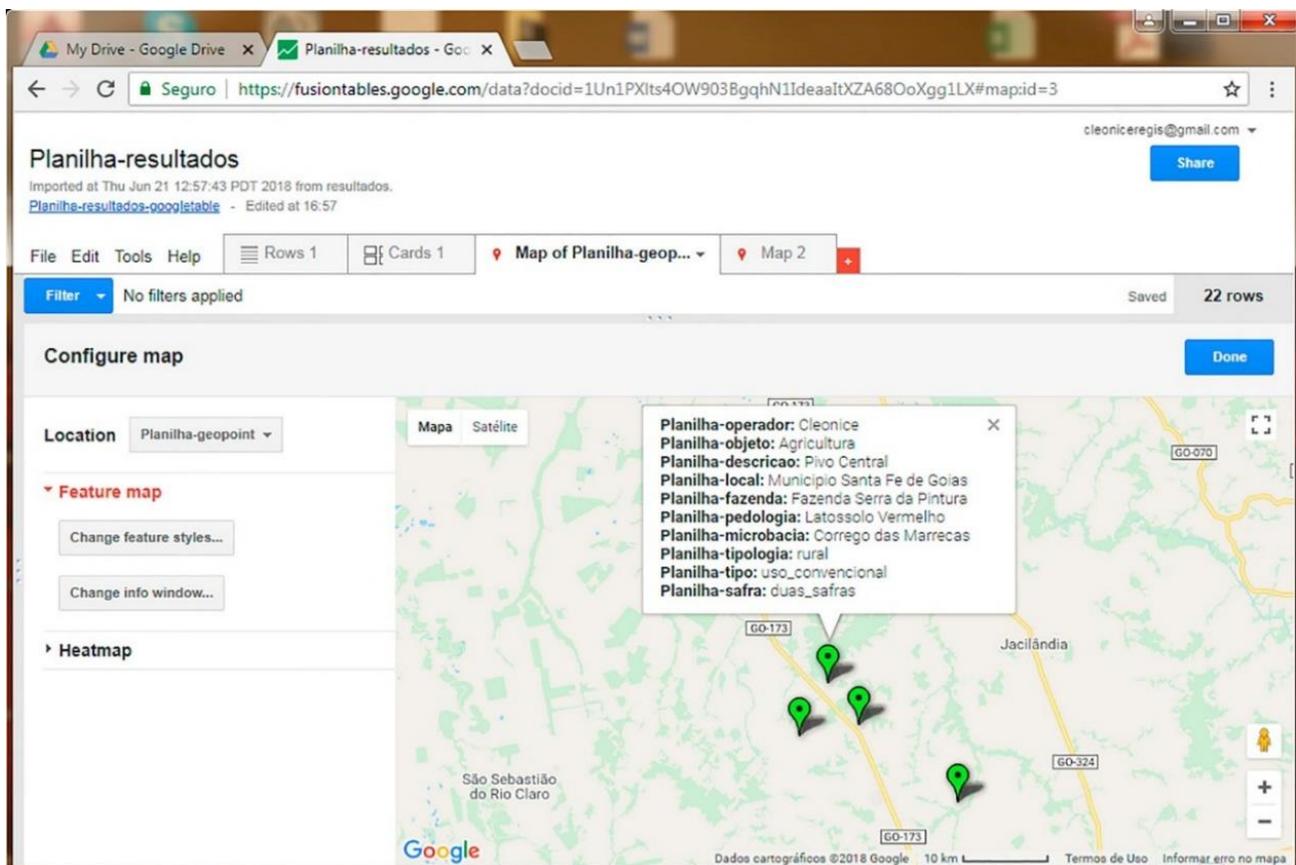


Figura 31 - Visualização dos dados no *Google Fusion Table* e *Google Earth*.

Esses dados foram armazenados em uma tabela no *Google Fusion Table* e exibidos posteriormente no *Google Earth*. Os dados armazenados são passíveis de serem compartilhados com outras pessoas de acordo com a definição de diferentes níveis de permissão para os diferentes usuários.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise das informações adquiridas no desenvolvimento deste trabalho tendo como suporte a utilização de imagens do satélite Landsat e o aplicativo móvel *Open Data Kit – ODK*, é possível afirmar que no município predomina a atividade de pecuária, a qual constitui na sua principal atividade econômica. Entretanto, em função das características edafoclimáticas e relevo predominantemente plano e suavemente ondulado, favoráveis à prática de uma agricultura tecnificada constata-se que começa a imprimir mudanças de uso do solo, apresentando novas tendências no atual modelo de desenvolvimento da pecuária na região interagindo no sistema atividades de confinamento, instalação de frigoríficos, agricultura irrigada por pivô central, destacando-se neste cenário os cultivos de soja, feijão e milho.

Esta visão pormenorizada da área de estudo, sinaliza o potencial do município em relação aos mercados de *commodities*. Tendo em conta o sistema de irrigação na condição de agricultura moderna, é importante considerar além das características físicas ambientais, as relações entre a disponibilidade, qualidade e conflitos de uso do solo e da água nas subbacias hidrográficas.

Outro fator importante, foi a praticidade proporcionada pela utilização de questionários eletrônicos customizados para orientar a coleta de dados/informações georreferenciados no campo, mediante gerenciamento centralizado dos dados em ambientes *off-line/online*, oferecendo vantagens como agilidade de registro e interface amigável.

Os desenvolvedores do *Open Data Kit – ODK* disponibilizam o aplicativo de forma gratuita e com código aberto para coletar, gerenciar e usar dados buscando ser principalmente uma alternativa em ambientes com recursos limitados.

Para tanto, todo o trabalho é realizado com licenças permissivas e não restritivas, de forma que qualquer pessoa tem a possibilidade de fazer seu uso, realizar modificações para resolver seus questionamentos e/ou problemas levantados, objetivando valorizar processo de design iterativo, buscando de forma simultânea simplicidade, clareza e robustez no tratamento dos dados levantados.

## AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

**REFERÊNCIAS**

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014**: Relatório Síntese / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2016.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação. 4. ed.** Viçosa: UFV, 1995. 596p.

CRISTOFODIS, D. Oportunidades de irrigação no cerrado: recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **Irrigação e Tecnologia Moderna**. Brasília, n. 69/70, p. 87-97, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10**. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

ESRI - Environmental Systems Research Institute Inc. **ArcGis versão 10.1**. EUA: Environmental Systems Research Institute, 2008.

HARTUNG, C.; ANOKWA, Y.; BRUNETTE, W.; LERER, A.; TSENG, C.; BORRIELLO, G. **Open Data Kit: Tools to Build Information Services for Developing Regions**. Disponível em: <<http://www.nixdell.com/classes/Tech-for-the-underserved/Hartung.pdf>> Acesso em: 02 abr. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica - 2016**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2018.

IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Estatísticas Municipais (Séries Históricas)**. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 15 abr. 2018.

IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Mapeamento de pivô central - 2016. 2017**. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 10 fev. 2018.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. **Divisão de geração de imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/es/dgi>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

KLEMP, S. M.; ZEILHOFER, P. Análise preliminar da dinâmica de implantação de pivôs de irrigação central de 1985 – 2005 na bacia hidrográfica do Alto Rio das Mortes – MT, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 14., 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009. p. 4731-4738.

MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. da. **Irrigação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 180p.

OPEN DATA KIT. The standard for Mobile Data Collection. Disponível em: <<https://www.opendatakit.org>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SIEG – Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás. **Unidades geomorfológicas [2006]**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SIEG – Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás. **Unidades geológicas [2008]**. Disponível em: < <http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SIEG – Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás. **Determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação - Cons.Imagem/WWF - RADAMBRASIL [2005]**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

USGS - United States Geological Survey. **Earth Explorer** - Downloads de imagens Landsat, SRTM e Sentinel. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Trabalho enviado em 03/03/2019.

Trabalho aceito em 11/07/2019.