

# MAPEAMENTO TEMÁTICO COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL E TOMADA DE DECISÃO EM UMA PROPRIEDADE RURAL

*Thematic mapping as territorial planning tool and decision making for a rural property*

Pedro Höfig<sup>1</sup>  
Glauco Marighella Ferreira da Silva<sup>2</sup>  
Tiago Broetto<sup>3</sup>

## Resumo

A análise integrada do ambiente tem se mostrado fundamental para subsidiar as propostas de gestão e planejamento, pois possibilitam identificar as potencialidades e fragilidades da área analisadas em face dos diferentes tipos de uso da terra. Este trabalho tem por objetivo elaborar uma série de mapas temático de uma propriedade rural, no interior do estado de Minas Gerais, para que as informações por eles gerados subsidiem a elaboração de um projeto de gestão e planejamento da propriedade. Para tanto, foram gerados mapeamentos temáticos, utilizando-se as bases cartográficas oficiais do IBGE, imagens de satélite e o Modelo Digital de Elevação (MDE) Topodata. Com o uso de ferramentas de geotecnologias, foram levantadas informações de forma rápida e de baixo custo, gerando mapas de acesso, bacia hidrográfica, imagem de satélite, uso do solo, altitude, declividade, irradiação solar, índice de umidade topográfica, potencial à erosão laminar e aptidão agrícola das terras. A partir análise dos documentos cartográficos gerados, é possível obter informações das características do meio físico que possibilitam o proprietário rural definir adequadamente os tipos de cultivos nas parcelas de sua propriedade. Na propriedade analisada observa-se as áreas com suscetibilidade à erosão laminar e a necessidade de medidas de prevenção e controle para uma produção rentável e sustentável.

**Palavras-chave:** Mapeamento de propriedade rural; Geoprocessamento; análise integrada; SIG.

## Abstract

The integrated analysis of the environment has been fundamental to support the proposals of management and planning, since it make possible to identify the potentialities and fragilities of the area analyzed in face of the different types of land use. This paper aims to elaborate a series of thematic maps of a rural property in the interior of the state of Minas Gerais, for the generated information may subsidize the elaboration of a property management and planning project. Therefore, thematic mappings were generated using the IBGE official cartographic databases, satellite images and the Digital Elevation Model (DEM) Topodata. With the use of geotechnology tools, information was collected quickly and inexpensively generating maps of location, land use, height, slope, insolation, topographic humidity index, potential for laminar erosion and land suitability classes. From the analysis of the cartographic documents generated, it is possible to obtain information about the characteristics of the physical environment that enable the rural owner to define adequately the types of crops in each parcels of his property. In the analyzed property, were observed areas with susceptibility to laminar erosion and need of prevention and control measures for a profitable and sustainable production.

**KEYWORDS:** Rural property mapping; GIS; integrated analysis; Geoprocessing

---

<sup>1</sup> Geógrafo MsC. em Ciência do Solo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS), Catena Planejamento Territorial, Av. Rio de Janeiro, 221 – Sala 113, CEP 86010-150, Londrina-PR; [pedro@catenaterritorial.com](mailto:pedro@catenaterritorial.com)

<sup>2</sup> Geógrafo (Universidade Estadual de Londrina), Catena Planejamento Territorial, Av. Rio de Janeiro, 221 – Sala 113, CEP 86010-150, Londrina-PR; [glauco@catenaterritorial.com](mailto:glauco@catenaterritorial.com)

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo Dr. em Ciência do Solo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS), Catena Planejamento Territorial, Av. Rio de Janeiro, 221 – Sala 113, CEP 86010-150, Londrina-PR; [tiagobroetto@catenaterritorial.com](mailto:tiagobroetto@catenaterritorial.com)

## Resumen

El análisis integrado del ambiente se ha mostrado fundamental para subsidiar las propuestas de gestión y planificación, pues posibilita identificar las potencialidades y fragilidades del área analizadas frente a los diferentes tipos de uso de la tierra. Este trabajo tiene por objetivo elaborar una serie de mapas temáticos de una propiedad rural, en el interior del estado de Minas Gerais, informaciones por ellos generadas subsidien la elaboración de un proyecto de gestión y planificación de la propiedad. Para ello, se generaron mapeamientos temáticos, utilizando las bases cartográficas oficiales del IBGE, imágenes de satélite y el Modelo Digital de Elevación (MDE) Topodata. Con el uso de herramientas de geotecnologías, se levantaron informaciones de forma rápida y de bajo costo, generando mapas de acceso, cuenca hidrográfica, imagen de satélite, uso del suelo, altitud, declividad, irradiación solar, índice de humedad topográfica, potencial a la erosión laminar y aptitud agrícola de las tierras. A partir del análisis de los documentos cartográficos generados, es posible obtener informaciones de las características del medio físico que posibilitan al propietario rural definir adecuadamente los tipos de cultivos en las parcelas de su propiedad. Se observan las áreas con susceptibilidad a la erosión laminar y la necesidad de medidas de prevención y control para una producción rentable y sostenible.

**Palabras clave:** Mapeo de propiedad rural; Geoprocesamiento; análisis integrado; SIG.

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição espacial de feições naturais e antrópicas é importante para o diagnóstico e solução de problemas relacionados ao planejamento e gestão territorial. No conjunto das atividades humanas, a Cartografia desempenha papel importante. O mapa atua, por meio da representação, no melhor conhecimento de causas, ocorrência e efeito dos fatos do território, não só nas suas características naturais, geométricas e físicas, como também nas marcas que o homem lhe imprime (CASTRO, 1945).

As condições fisiográficas da propriedade podem produzir um gradiente de microcondições, incluindo variações na drenagem, carreamento dos nutrientes e partículas do solo, arquitetura do dossel, temperatura do solo, intensidade da radiação fotossinteticamente ativa, assim como o tempo de exposição e ângulo de interceptação (GANDOLFI, 2000; PEZZOPANE et al., 2002; RODRIGUES et al., 2007)

Os recursos de geotecnologias são importantes ferramentas de diagnóstico para o planejamento territorial, utilizado para simular e analisar diversos cenários com agilidade, transformando uma base de dados heterogênea em informação relevante. Neste sentido, destaca-se a aquisição rápida de dados em larga escala (SILVA & ZAIDAN, 2007).

Tabelas extensas e complexas, transformadas em mapas, facilitam a análise, o que aumenta sua acurácia e otimiza o uso do tempo. Características físicas das propriedades podem ser levantadas com o uso de imagem de satélite e de Modelos Digitais de Elevação (MDEs), o que agiliza e barateia a geração de dados.

Sendo assim, o mapa temático se apresenta como um produto final do processo de geração da informação geográfica. Tem como objetivo representar o espaço de forma

bidimensional e comunicar os fenômenos ali representados e, por isso, o mapa é um instrumento de descoberta a serviço de uma ação. Seja pela verificação de estado, base de reflexão e de previsão, ou guia de execução, o mapa intervém em todos os estágios de contato entre o usuário e o território (JOLY,1990). Assim, ele se mostra como um artefato capaz de auxiliar o usuário na tomada de decisão, pois é por meio de uma visão integrada do território que todas as ligações entre os principais parâmetros de gestão se constituem.

Este trabalho objetiva, por meio de técnicas rápidas e de baixo custo, demonstrar como o mapeamento temático de uma propriedade rural pode subsidiar a elaboração de um projeto que pode auxiliar no desenvolvimento da área. Isto porque são por meio de uma visão integrada do território que se podem definir os objetivos e as metas adequadas para a gestão e o planejamento da área e fundamentar as tomadas de decisões. Neste sentido, foram confeccionados mapas de acesso, bacia hidrográfica, imagem de satélite, uso do solo, altitude, declividade, irradiação solar, índice de umidade topográfica, potencial à erosão laminar e aptidão agrícola das terras.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado uma propriedade rural que se localiza no Noroeste de Minas Gerais, na microrregião de Unaí (IBGE, 1990), no próprio município de Unaí, próximo à divisa com o estado de Goiás. A fazenda, que possui 993 hectares, está localizada a cerca de 70 km da sede municipal, com acesso principal pela rodovia BR-254, no trecho que liga a cidade de Unaí à Brasília, no Distrito Federal. O acesso por Cristalina/GO, se dá pela BR-040, seguindo por mais de 87 km de estrada de terra até a propriedade (Figura 1).

Para gerar os produtos, foram utilizadas bases cartográficas oficiais do IBGE, imagens de satélite e o Modelo Digital de Elevação (MDE) Topodata, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Em ambiente ArcGIS 10® (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2010), foram produzidas as variáveis do terreno.

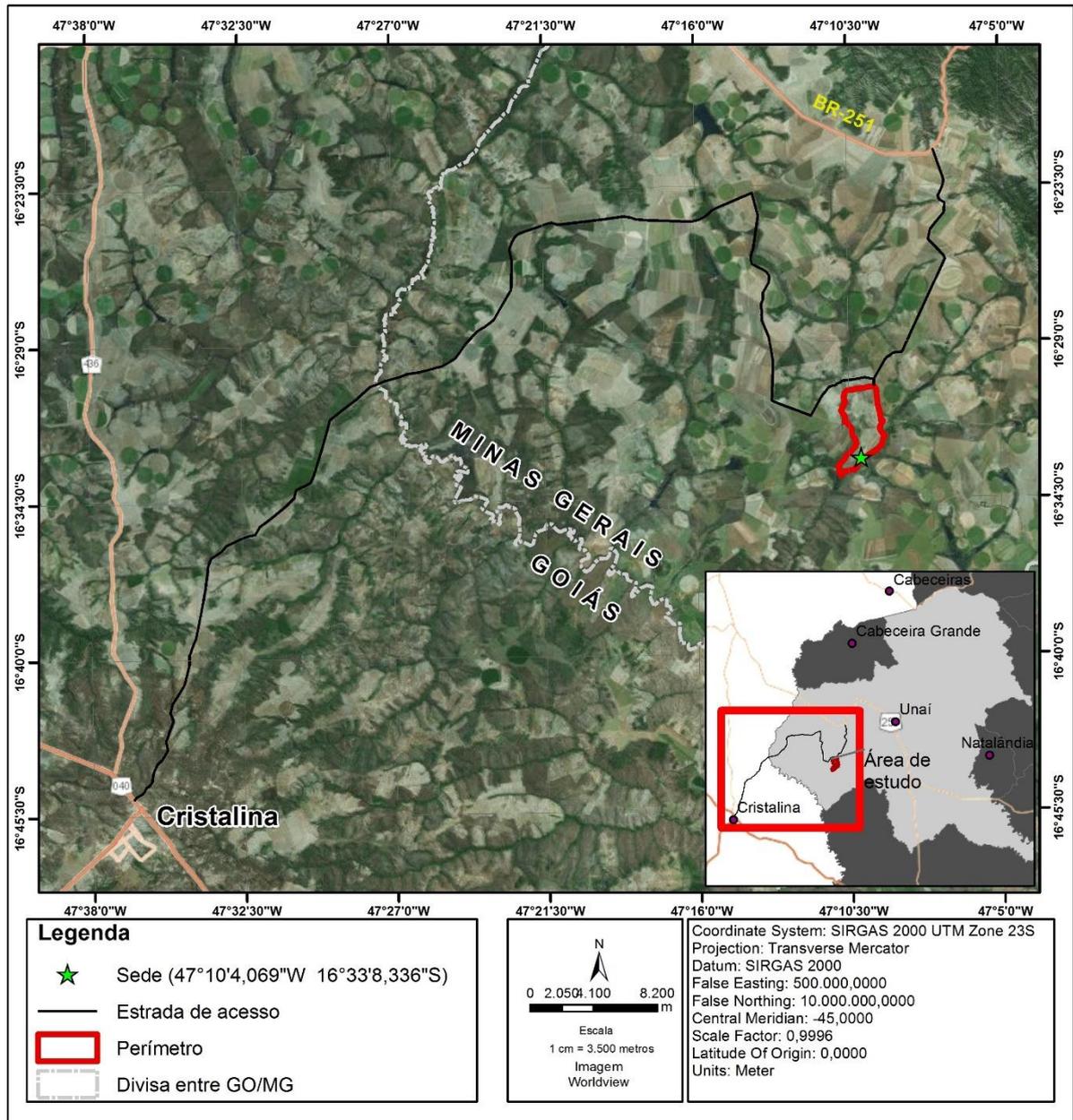
A construção da base de dados constituiu-se na seleção e relacionamento dos dados que alimentaram o SIG (Sistema de Informações Geográficas) da fazenda, no qual se gerou um banco de dados georreferenciado. O sistema de coordenadas utilizado foi o UTM, zona 23 Sul e datum SIRGAS 2000. Os arquivos vetoriais foram elaborados em escala de 1:3.000.

Os arquivos vetoriais básicos para o mapeamento foram obtidos no banco de dados do IBGE, sendo eles a delimitação dos municípios, estradas e a hidrografia. Isso possibilitou a localização da propriedade e estabeleceu parâmetros de distância e deslocamento no entorno da área.

As imagens de satélite usadas foram as geradas pelo satélite Quickbird, disponíveis no Google Earth, datadas de agosto de 2013, com resolução espacial de 0,7m, possibilitando a identificação das feições expostas (áreas de plantio, vegetação nativa e edificações) em toda a propriedade e arredores. Foram utilizados dados referentes à banda de frequência do espectro visível. Utilizou-se também uma imagem de menor resolução do satélite Landsat 8, datada de maio de 2016 com a qual se atualizou o uso das terras para período mais recente.

O mapa de uso do solo foi elaborado a partir de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. A partir da identificação das feições, delimitaram-se as áreas por meio de polígonos em formato *shapefile*. Posteriormente, foram calculadas as áreas de cada tipo de uso e elaborou-se o produto.

Figura 1 - Mapa de acesso à fazenda



Fonte: Os próprios autores

Para informações sobre o terreno, se utilizou de dados do MDE Topodata. O MDE é um plano de informação que descreve a altitude, ponto a ponto, de uma determinada área. O Topodata é produto de processamentos digitais do MDE do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da NASA (*Nacional Aeronautics and Space Administration*) efetuado pelo Departamento de Sensoriamento Remoto (DSR) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O DSR converteu os dados originais da SRTM (90 m) para resolução de 30m (TOPODATA, 2014).

Este MDE foi utilizado para a delimitação das bacias hidrográficas que compõem a propriedade. As bacias de drenagem são delineadas com a ferramenta *basin*, identificando as linhas de cume existentes. Através da determinação do sentido de fluxo da água sobre o terreno, analisa-se os conjuntos de células conectadas que pertencem à mesma bacia de drenagem (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2010).

Com o armazenamento dos dados de altimetria deste MDE, gerou-se o mapa hipsométrico, que é a altura do terreno em relação ao nível do mar (FLORENZANO, 2008b). A partir das informações de altitude, foram derivadas a declividade, insolação anual e índice de umidade topográfica.

A declividade é definida como inclinação do relevo em relação ao plano horizontal (FLORENZANO, 2008a) e realizou-se sua classificação de acordo com Ramalho-Filho e Beek (1995). Para cada célula, a ferramenta *Slope* calcula a taxa máxima de mudança de valor altimétrico dentre os pixels vizinhos. A declividade é uma das principais características geomorfológicas limitantes à utilização de máquinas agrícolas. Por isso, as classes de declividade foram distribuídas de acordo com a potencialidade à mecanização em: a) extremamente apta (0 a 5 %); b) muito apta (5,1 a 10 %); c) apta (10,1 a 15 %); d) moderadamente apta (15,1 a 20 %); e não recomendada (> 20 %) (SILVA et al., 2010).

O mapa de insolação foi gerado a partir de um algoritmo matemático que considera a carga máxima de radiação solar ao longo de um ano, levando em conta o eixo de inclinação, a latitude, a rotação da Terra e a forma do terreno (FU & RICH, 2002). Para tanto, o *script Area Solar Radiation* soma a radiação solar direta e a radiação solar difusa de cada setor do território. Geralmente, a maior componente da radiação é a direta, seguida pela difusa. A radiação refletida constitui apenas uma pequena porção do total de radiação. Por isso, a ferramenta não inclui radiação refletida no cálculo do total de radiação.

Com a extensão *Topographic Wetness Index* foi gerada a variável Índice de Umidade Topográfica (IUT). O IUT é função da declividade e da área de contribuição por unidade de largura ortogonal à direção do fluxo (ARAUJO & SILVA, 2011). Com isso, caracteriza as zonas de saturação de água superficial. O significado físico desse comportamento é que quanto mais plana e baixa for a superfície, mais úmido é o terreno (SIRTOLI et al., 2008). Quanto menor o valor do IUT, mais bem drenada é a superfície.

Para elaboração do mapa de potencial à erosão laminar, primeiramente, fez-se um mapa de suscetibilidade à erosão laminar, cruzando as classes de erodibilidade do solo (BERTONI & LOMBARDI-NETO, 1985) com a declividade. Em escala 1:1.000.000, os solos são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho Distrófico (IBGE, 2004),

mas, em campo, encontram-se também áreas de Plintossolo Pétrico concrecionário. Essas informações foram unidas com o uso atual do solo, gerando a matriz de definição das classes de potencial atual à erosão laminar (IPT, 1990).

Após todos mapeamentos realizados, aplicou-se o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO-FILHO e BEEK, 1995), mas com duas adaptações. A avaliação da aptidão agrícola é feita para três níveis de manejo. Contudo, contemplando a realidade do produtor, utilizou apenas o nível C, o mais avançado em relação à tecnologia. Ademais, em áreas irrigadas, considerou-se limitação nula em relação à deficiência de água.

Este sistema observa como fatores de limitação a deficiência de fertilidade, de água e de oxigênio, a suscetibilidade à erosão e o impedimento a mecanização. A avaliação das classes de aptidão agrícola das terras e, por conseguinte, dos grupos e subgrupos é feita por estudo comparativo entre os graus de limitação atribuídos às terras e os estipulados no quadro guia, elaborada de acordo com a região climática. O fator de limitação que impõe o maior grau de limitação é que determina a classe. Esta é expressa como boa, regular, restrita ou inapta.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A fazenda está localizada na bacia hidrográfica do Rio São Marcos, afluente do Rio Paranaíba e do Rio Paraná. Por esse motivo, a gestão da água é realizada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba, que engloba 24 municípios, tendo Patrocínio como sede (IGAM, 2016).

Localmente, a propriedade é banhada por dois rios principais: o córrego da Laje, a oeste, e o ribeirão Tapiocanga, a leste. A bacia do Córrego da Laje tem uma área total de 20.888 ha, enquanto a do Ribeirão Tapiocanga, 12.407 ha, totalizando 33.294 ha. O limite sul da propriedade se dá justamente no encontro desses dois rios, onde se forma o ribeirão Soberbo, que desagua diretamente no Rio São Marcos após 24 km (Figura 2).

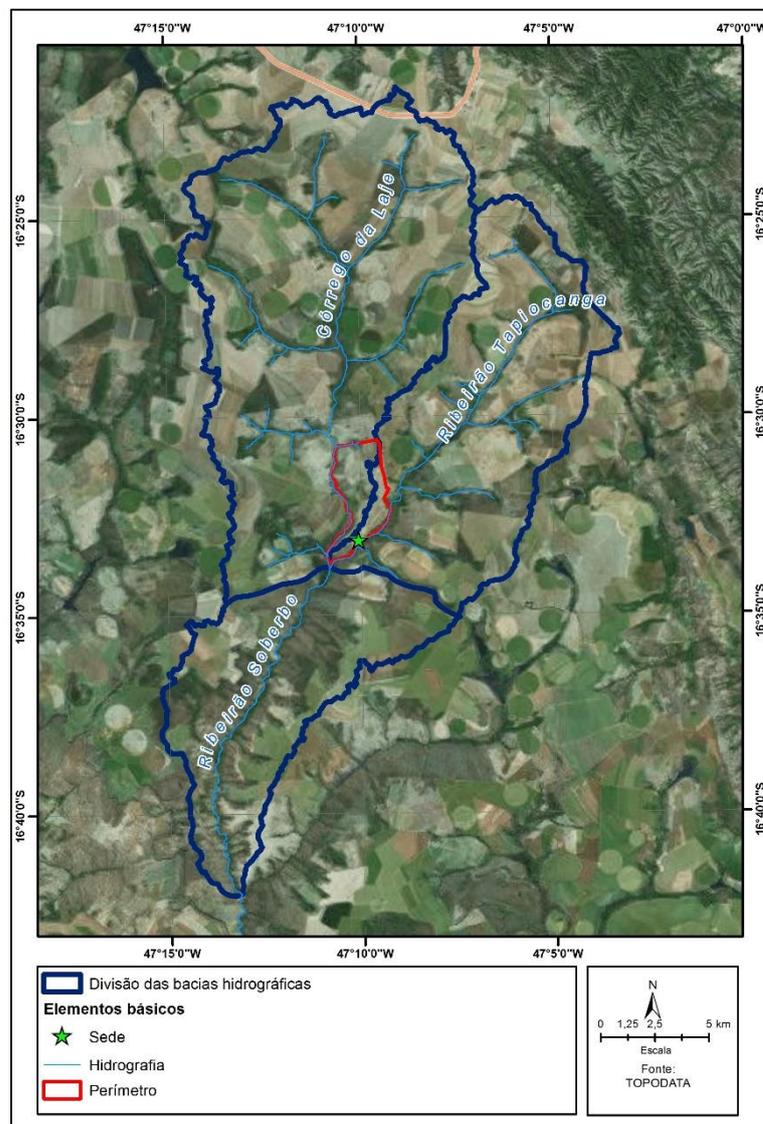
A bacia do Córrego da Laje tem suas cabeceiras próximas à BR-251, tendo um comprimento de 24,9 km entre seus pontos mais extremos; já a bacia do Ribeirão Tapiocanga, inicia-se no pé da serra de Unai e a distância entre os seus pontos mais extremos é de 19,8km. A maior parte da propriedade está localizada na bacia do Córrego da Laje, representando 63,86% da propriedade. A sede está localizada na bacia do Ribeirão Tapiocanga, que representa 36,14% da fazenda.

Para gestão da água na propriedade, verifica-se que área total da bacia pode influir na quantidade de água autorizada para captação em corpos hídricos por parte de todos os proprietários inseridos nesse contexto. O órgão ambiental pode se utilizar dessa informação para

verificar a capacidade de recarga dos corpos hídricos na região e limitar o volume por propriedade. Conhecer os pontos de captação e de represamento da água montante da propriedade podem auxiliar no planejamento de uso da água e identificação de problemas de disponibilidade hídrica.

Além disso, a área da bacia e a localização da propriedade dentro da bacia influencia diretamente na disponibilidade hídrica: quanto maior a área de drenagem até o ponto de captação, maior potencial de volume de água.

Figura 2 – Mapa das bacias hidrográficas na fazenda

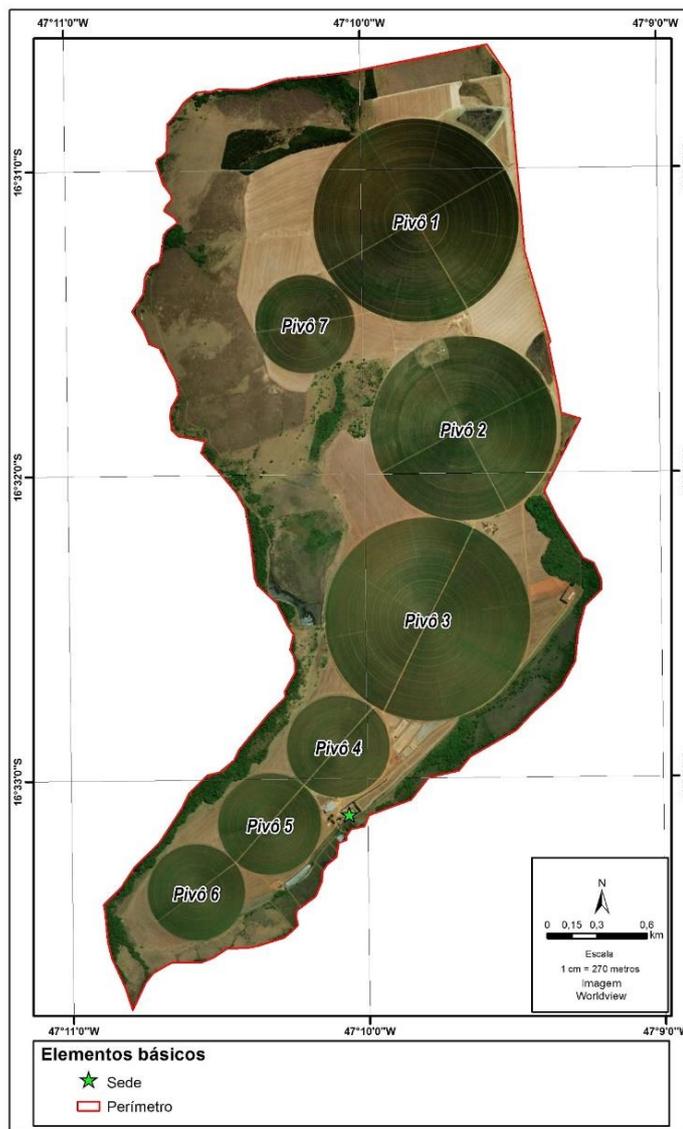


Fonte: Os próprios autores

No tocante à imagem de satélite, sua visualização proporciona uma possibilidade ímpar de se analisar a disposição dos distintos usos das terras, principalmente em relação à busca da racionalização das atividades desenvolvidas (Figura 3). É possível identificar a localização dos pivôs, áreas de vegetação nativa e de cultivo de lavouras temporárias, assim como a infraestrutura instalada na propriedade.

Verifica-se que os principais equipamentos da propriedade estão localizados próximos à sede da fazenda. Existem algumas estruturas, como galpões e bombas de captação de água que estão localizadas em áreas mais propícias às suas atividades.

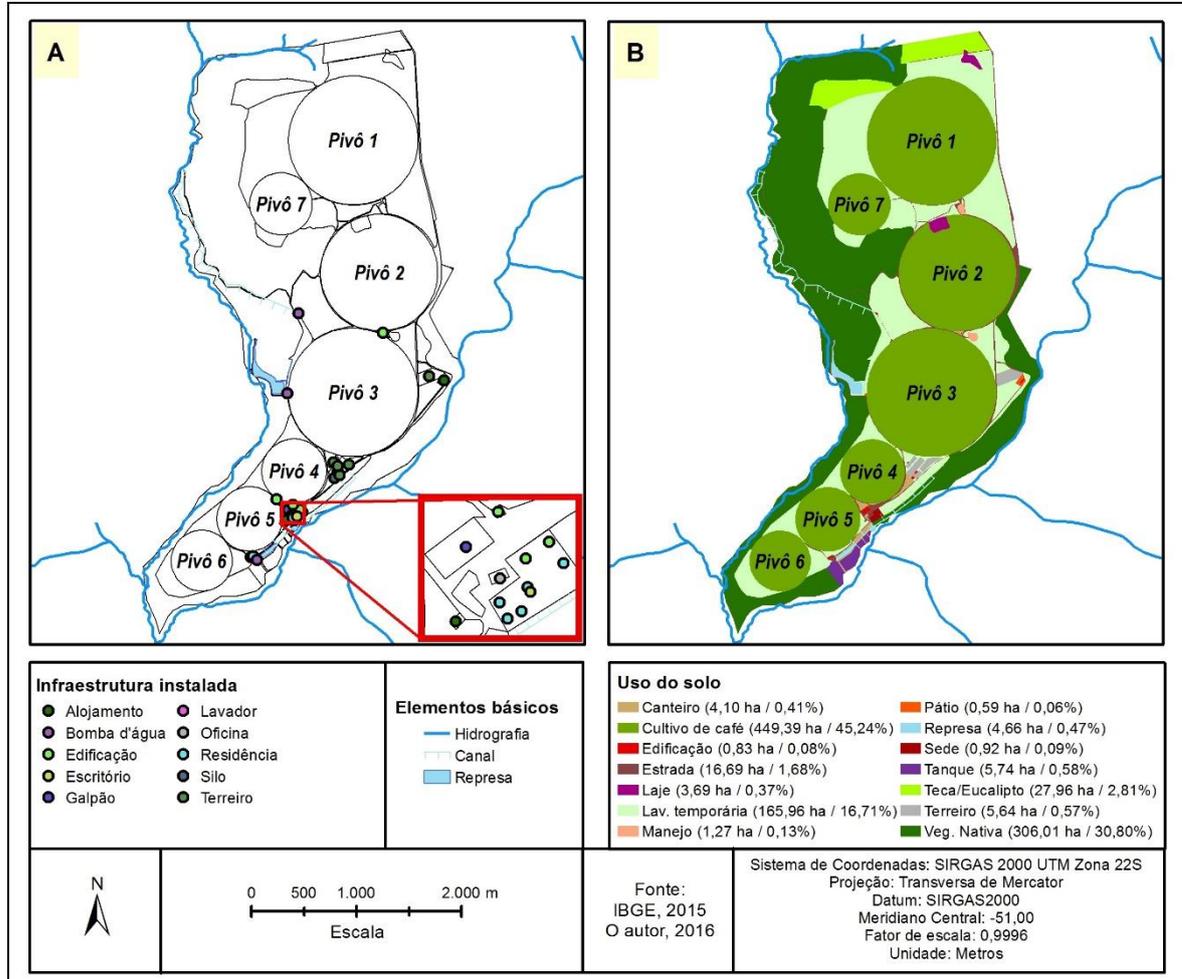
Figura 3 – Imagem de satélite da fazenda em agosto de 2013



Fonte: Os próprios autores

Quanto à infraestrutura, a fazenda conta com residências, edificações que contemplam escritórios, galpões e oficina, casas de bombas d'água para abastecimento dos pivôs, terreiros, silos, canal para captação de água, alojamento e três represas (Figura 4A).

Figura 4 – Mapas de uso do solo e infraestrutura instalada



Fonte: Os próprios autores

As principais estruturas administrativas encontram-se na sede, próximos aos pivôs 4 e 5. Os terreiros para secagem do café estão localizados entre os pivôs 3 e 4, a cerca de 550 metros da sede, além do terreiro de terra, entre o Pivô 3 e o alojamento.

A captação de água é realizada nos dois rios que circundam a propriedade em leste e oeste, havendo duas captações no rio a oeste (Córrego da Laje); uma na represa e outra mais ao norte, através de um canal; no rio a leste (Ribeirão Tapiocanga), há uma captação realizada na represa, próximo ao pivô 5.

Em relação ao uso do solo, a principal ocupação é referente à cafeicultura, com 45,24% da cobertura total. Além do café, as áreas de lavoura temporária em sequeiro também são

significativas, ocupando 16,71% da propriedade; as áreas de teca/pinus representam 2,81% (Figura 4B). A propriedade está recoberta em 30,80% com vegetação nativa, atendendo os percentuais de reserva necessários, segundo a legislação.

Duas parcelas da propriedade não estão usadas de maneira produtiva. As áreas identificadas como área de laje, representam 3,69 ha da propriedade e estão localizadas no extremo norte da fazenda e ao norte do pivô 2. Essas áreas, devido às características do solo, não estão aptas à produção convencional. Verifica-se que os usos operacionais da fazenda estão bastante racionalizados, representando pequenos percentuais, que, somados, representam menos de 5% da propriedade.

No tangente às características físicas, a área de estudo tem altitude variando entre 845 e 965 m, um total de 120 metros do ponto mais alto, ao norte da propriedade, ao ponto mais baixo, no extremo sul da fazenda; a distância entre a maior e menor altitude é de 5.600 metros. A predominância de altitude está entre 845 e 890, na qual estão localizados os pivôs 3, 4, 5 e 6, e a sede da propriedade (Figura 5A).

As maiores altitudes estão no pivô 1 e na estrada de acesso à fazenda. Os pivôs 2 e 7 são os que encontram maior variedade de altitude, chegando a até 30 metros entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto. O pivô com menor variação é o pivô 5. A variação de altitude pode influir no consumo de energia para rotação dos pivôs.

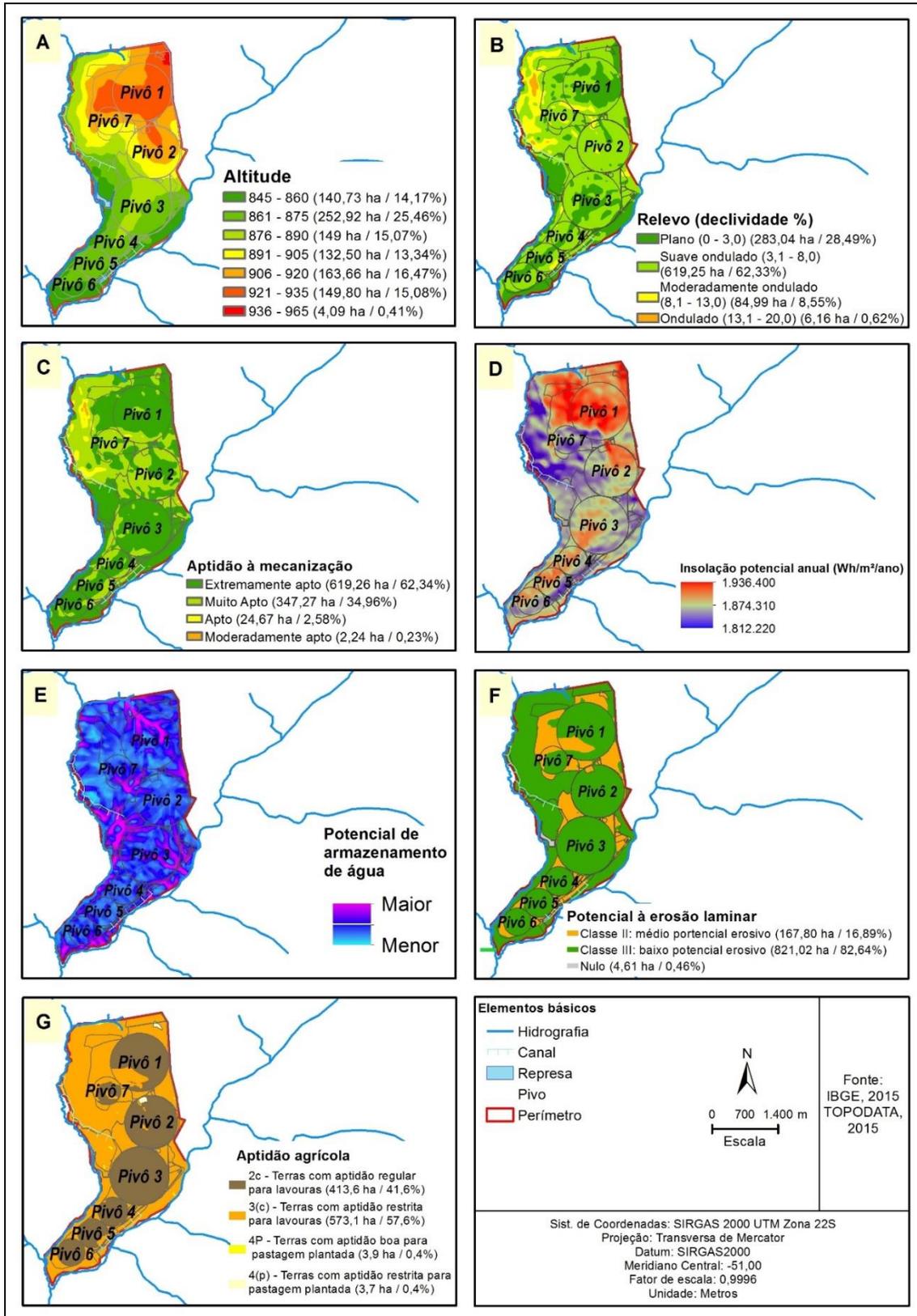
A informação das cotas de altitude na propriedade pode auxiliar no planejamento para futuros projetos de irrigação ou captação de água, diminuindo custos de bombeamento e manutenção das canalizações, além de influenciar no microclima da fazenda.

Em relação à declividade, a fazenda apresenta a maior parte de seu relevo classificado como suave ondulado. O relevo ondulado, o mais declivoso na área de estudo, além de representar menos de 1% da propriedade, está localizado apenas em áreas de reserva (Figura 5B).

Na análise da declividade como característica de aptidão à mecanização agrícola, a propriedade possui suas áreas principalmente classificadas em extremamente apta (62,34%) e muito apta (34,96%) à mecanização. Uma parcela da fazenda é enquadrada na classe apta à mecanização (2,48%) e moderadamente apta representa apenas 0,23%. Sendo assim, considerando apenas a variável declividade, não há restrição para a mecanização da produção (Figura 5C).

Os pivôs, no geral, encontram-se em áreas consideradas extremamente aptas a muito aptas, com exceção de um pequeno terreno com 1 ha no sul do pivô 1, considerado apto.

Figura 5 – Mapeamentos realizados na propriedade



Fonte: Os próprios autores

A maior parte das áreas consideradas aptas e a totalidade da área considerada moderadamente apta estão localizadas em áreas de vegetação nativa, não influenciando nas atividades produtivas da fazenda.

Além da própria capacidade de se mecanizar certa parcela da propriedade, esses dados auxiliam na verificação da produtividade das máquinas, pois a declividade é um dos fatores que influenciam no consumo de combustível e hora-máquina utilizada.

Na área de estudo, as áreas com maior radiação solar (Figura 5D) são os locais mais altos e com orientação de vertente voltada ao norte. A variação de insolação na propriedade, ou seja, entre a área que com maior potencial de recebimento de insolação e a área com menor potencial, é de 126 mil Wh/m<sup>2</sup> por ano.

A radiação solar é um elemento meteorológico de destacada importância, já que é fonte primária de todos os fenômenos atmosféricos, além dos processos físicos, químicos e biológicos notados em ecossistemas agrícolas, como evaporação, fotossíntese, crescimento e desenvolvimento de cultivos agrícolas (PEREIRA et al., 2002).

A taxa de crescimento das plantas está relacionada à sua capacidade de interceptar e utilizar a radiação em seus processos fotossintéticos, no qual o dióxido de carbono da atmosfera é transformado em carboidrato (COSTA & SEDIYAMA, 1999). Quanto maior a insolação em determinado local, maior será sua temperatura, implicando em maior evapotranspiração e redução no conteúdo de umidade do solo e do ar, o que também influencia no crescimento das plantas (REZENDE, 1971).

O local com maior insolação encontra-se no pivô 1; uma pequena parcela ao sul, no local com declividade mais acentuada, encontra-se um terreno com menor insolação. Em contrapartida, o pivô 7 é o que concentra as áreas de menor insolação potencial anual.

O pivô 2 tem uma variação considerável entre a sua porção oeste e leste, sendo o oeste mais ensolarado ao longo do ano. Já os pivôs de 3 a 6, tem sua porção norte/noroeste mais ensolaradas, mas abaixo do encontrado nos pivôs 1 e 2. Entre esses, no pivô 5 encontra-se as áreas com menor insolação potencial anual.

Essas diferenças no microclima são fatores que atuam diretamente na incidência de pragas e doenças no cafeeiro. Por exemplo, face menos expostas ao Sol são mais propensas à ferrugem, enquanto as mais expostas ao Sol são mais aptas à cercosporiose (CUSTÓDIO, 2011). Esse dado é essencial para gerenciar os sistemas de irrigação, principalmente em momentos de baixa disponibilidade hídrica ou prioridades de manutenção de equipamento.

Em relação ao Índice de Umidade Topográfica, a fazenda é predominantemente coberta por terreno sem problemas de acúmulo de água, representado pela cor azul (Figura 5E). Quanto

mais próximo da cor rosa, maior a probabilidade de retenção de água, e, em seu valor extremo, se caracteriza por áreas alagadiças ou que podem inundar em épocas de precipitação intensa.

Tais setores, também conhecidos popularmente como “atoleiro”, estão concentradas principalmente nas partes da propriedade destinadas para vegetação. Entretanto, existem alguns pontos localizados dentro das áreas produtivas. O Pivô 1 apresenta dois veios direcionados em sentido noroeste e outro direcionado ao sentido sul. Já o pivô 3 apresenta três veios, partindo do centro do pivô e das proximidades com o pivô 2, em sentido sudeste, enquanto, no pivô 7, uma pequena área com menos de 1 ha também tem um potencial de armazenamento de água elevado.

Nestes locais, é comum haver pontos de maior dificuldade de locomoção em períodos chuvosos. Ademais, são áreas mais propícias a mancha de phoma do cafeeiro.

No tangente à erosão, cruzando as classes de erodibilidade do solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1985) com a declividade (IPT, 1990), foram obtidas três classes:

- a) Terrenos com problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento;
- b) Terrenos com problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes;
- c) Terrenos com problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes e, eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas de controle da erosão.

Essas informações, relacionadas com o uso e ocupação atual do solo, geraram a matriz de definição das classes de potencial atual à erosão laminar (Figura 5F) (IPT, 1990). Encontraram-se as seguintes classes:

- a) Classe II: médio potencial – uso atual do solo incompatível com a suscetibilidade à erosão laminar, possível de ser controlada com práticas conservacionistas adequadas (167,80 ha / 16,89%);
- b) Classe III: baixo potencial – uso atual do solo compatível com a suscetibilidade à erosão laminar (821,02 ha / 82,64%).

As áreas de vegetação e a maior parte dos setores de cultivo perene foram classificados como Classe III, dependendo das características dos solos e da declividade. As áreas classificadas com erosão nulas são correspondentes às represas da propriedade. As áreas de cultura temporária enquadraram-se como Classe II e, portanto, devem ser controladas com práticas conservacionistas de solo, mesmo em baixa declividade.

Já as classes de aptidão agrícola das terras alcançadas na fazenda foram 2c, 3(c), 4P e 4(p) (Figura 5G).

A unidade de mapeamento 2c indica terras com aptidão regular para utilização de lavoura (41,6% da área total). Isto é, apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização para este nível tecnológico. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras da classe boa. Os fatores limitantes que impediram a classificação como aptidão boa foram a ligeira deficiência de fertilidade do solo e a ligeira suscetibilidade à erosão. São necessariamente setores irrigados.

As terras classificadas como 3(c) são pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras no nível de manejo considerado (57,6% da área total). Nas áreas fora de pivô, a maior limitação é a deficiência de água, isto é, a quantidade de água armazenada no solo, a qual está na dependência de condições climáticas e edáficas. Dentro do pivô, a limitação é o moderado impedimento à mecanização (setores dos pivôs 2, 4 e 5), decorrente da declividade do terreno entre 8 e 20%, ou a profundidade efetiva do solo (parte dos pivôs 1 e 7).

As terras classificadas como 4P apresentam aptidão boa para pastagem plantada. A classe boa é referente às terras sem limitações significativas para a produção sustentada deste determinado tipo de utilização. Além de ser sujeita a longos períodos de estiagem, por não possuir irrigação, a forte limitação por excesso de água impossibilitou a aptidão para lavoura. São áreas que apresentam sérias deficiências de aeração, sujeitas a inundações frequentes. Já as classes de aptidão agrícola 4(p) indica uso restrito para pastagem. As terras com aptidão restrita apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente. O maior grau de limitação é a deficiência da fertilidade do solo, em virtude da reduzida profundidade efetiva do solo e elevada pedregosidade.

As duas áreas classificadas com aptidão apenas para pastagem ocupam espaço muito pequeno e, portanto, não justificam mudanças de uso do solo ou investimentos para alterar o grau de limitação.

#### 4 Conclusões

A determinação das características físicas e estruturais permite a visualização dos potenciais, carências e áreas frágeis da propriedade. Por meio da determinação desses atributos, oferece-se ao produtor mais informações tendo em vista a destinação de usos mais adequados para cada parcela do solo.

A responsabilidade do mapeador reside na apresentação dos fatos. Cabe ao administrador, em vista dessa apresentação, decidir em última instância. Premidas entre as potencialidades do terreno, as instâncias decisórias podem apoiar suas escolhas em mapas.

O mapeamento da fazenda gera e sistematiza diversos dados e informações que podem auxiliar os gestores em diagnósticos atuais e projetos futuros. Além disso, conforme apontado nas discussões, os mapas demonstram que existem alterações que podem ser realizadas visando à intensificação e melhor aproveitamento do uso do solo.

A cartografia temática se mostra um instrumento eficaz e um precioso apoio para a simulação da gestão territorial. Desta forma, pela utilização conjunta de informações diversificadas, de instrumentos de tratamento matemático, de visualização e de desenhos rápidos, o mapa torna-se um auxiliar privilegiado do planejamento das ações integradas de controle e de gestão da propriedade.

O planejamento de ocupação da área de estudo determinou que a maior parte dos setores com características desfavoráveis aos cultivos fossem delimitadas como áreas de reserva. Com isso, existem poucos pontos no qual as características físicas da propriedade possam impactar de maneira negativa a produção. Conforme considerações realizadas ao longo do trabalho, alguns pontos da propriedade merecem atenção diferenciada para garantir a maior produtividade da fazenda.

#### 5 Referências

ARAUJO, A. M.; SILVA, A. de B. **Modelagem de áreas de escoamento superficial a partir do Modelo Digital do Terreno**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Curitiba, 2009. Anais... Curitiba: INPE, 2011. p. 3735.

BERTONI, J.; LOMBARDI-NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 368p.

CASTRO, Christovam Leite de. Geografia e Cartografia. **Revista Brasileira de Geografia**, ano 7, n. 3, p. 129-131, jul./set.1945.

COSTA, L.C. & SEDIYAMA, G. Elementos climáticos e produtividade agrícola. **Revista Ação Ambiental**, n.7, 24-27p. 1999.

CUSTÓDIO, A. A. P. **Irrigação, nutrição mineral e face de exposição ao sol no progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro**. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. Inc. ArcMap, versão 10.0. Redlands, 2010. 1 DVD-ROM.

FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008a.

\_\_\_\_\_. Sensoriamento remoto para a Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008b.

FU, P., RICH, P. M. **A Geometric Solar Radiation Model with Applications in Agriculture and Forestry**. Computers and Electronics in Agriculture, Amsterdam, v.37, n.1-3 , p. 25–35, 2002.

GANDOLFI, S. **História natural de uma floresta semidecidual no município de Campinas (SP. Brasil)**. 2000. 520f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas Geográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 4ª ed.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base contínua ao milionésimo. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento\_sistemico/base\_continua\_ao\_milionesimo/> Acesso em: 04 nov. 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões geográficas**. 1 ed. – Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1990.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Escala 1:1.000.000.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1990. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande**. São Paulo, 1990, 2 vols. (IPT, Relatório 28.184).

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas: Papirus, 1990.

PEREIRA, A. B.; VRISMAN, A. L.; GALVANI, E. Estimativa da radiação solar global diária em função do potencial de energia solar na superfície do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.211-216, 2002.

PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização fitossociológica, microclimática, e ecofisiológica em uma floresta estacional semidecidual secundária**. 2001. 225f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65 p.

REZENDE, S.B. **Estudo de crono-sequência em Viçosa – Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1971. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES, L. A. et al. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.25-35, jan-fev., 2007.

SILVA, F. M. da; REZENDE, F. A.; ALVES, H. M. R.; ALVES, M. C.; MOREIRA, M. A.; SILVA, A. C. da. **Potencialidade de mecanização da região Sul e Sudoeste de Minas Gerais, visando a lavoura cafeeira**. In: EXPOCAFE, Três Pontas/MG, 2010. Anais do Simpósio Mecanização da Lavoura Cafeeira. Lavras: Editora UFLA/DEG. 73 a 80 p.

SILVA, J.X. da; ZAIDAN, R.T.(org.). **Geoprocessamento e Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 2ª Ed.

SIRTOLI, A. E.; SILVEIRA, C. T.; MONTOVANI, L. E.; SIRTOLI, A. R. A.; OKA-FIORI, C. **Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos**. Scientia Agraria, Curitiba, v.9, n.3, p.317-329, 2008.

TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 02 de outubro de 2014.