

Avaliação da distribuição da cultura de cana-de-açúcar no município de Rio Claro (SP) por meio de geotecnologias

Tatiana Pilachevsky¹
Sergio dos Anjos Ferreira Pinto¹

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP/CEAPLA - Campus Rio Claro
Av. 24A, Bela Vista, n° 1515 – Rio Claro - SP, Brasil
{tatiana, sanjos}@rc.unesp.br

Abstract. The last ten years were marked of the increases of the sugar cane croplands in Brazil, mainly in São Paulo state, considered the largest producer in 2008/2009 period (UNICA, 2009). This increases need specific studies about the consequences of increased cultivation of sugar cane for the population as well as to the environment, since this is the main responsible for the burning of crop residues in the country. Having these aspects in view, the objective of this study is to characterize the sugar cane cultivation in Rio Claro region (SE of São Paulo state) using Remote Sensing and GIS technology. In this study were realized procedures for processing digital image of CBERS data in the date of 23/09/09 and in the software ArcGis, were created the slope map. The results obtained showed that the cultivation of sugar cane occupies nearly half the territory and represents the mayor agricultural activity developed of the Rio Claro town, being necessary to adopt conservation practices to control erosion and to reduce of environmental fragility mainly during the months of august through november, when the soil is completely unprotected, due to cutting and the soil preparation for cultivation, with respect to the erosive action of rain.

Palavras chaves: sugar cane; remote sensing, geografic information system, cana-de-açúcar, sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica.

1. Introdução

Desde o período colonial a cana-de-açúcar constitui importante produto agrícola brasileiro. A partir da criação do Programa Proálcool, em 1975, essa cultura expandiu-se por todo o território, principalmente para os estados do Centro-Sul, assumindo importância para a economia nacional e fazendo do Brasil o seu maior produtor mundial (FAO, 2007).

No entanto, a técnica tradicional da queima da cana-de-açúcar, utilizada pelos agricultores é ainda significativa nos canaviais paulistas. A queima, que antecede o corte, tem como objetivos, agilizar e aumentar a produtividade do trabalho e conseqüentemente diminuir a contratação de pessoal (RIPOLI; RIPOLI, 2009), acarretando diversos problemas, principalmente no que tange a qualidade atmosférica local e regional, bem como dos solos.

Quanto à queima de biomassa, estima-se que, aproximadamente 40% dos resíduos agrícolas produzidos nos países em desenvolvimento, no qual inclui-se o Brasil, sejam queimados (JALLOW, 1995, apud LIMA *et al*, 1999), sendo que os resíduos da cana-de-açúcar representam, cerca de 11% da produção mundial desses resíduos agrícolas.

Desta forma, tendo em vista o crescimento da área agrícola plantada por cana-de-açúcar no território brasileiro, principalmente nos últimos anos, com o aumento do consumo de álcool como fonte de combustível, e considerando que o Estado de São Paulo é tido como o maior produtor do país segundo dados da safra de 2008/2009 (ÚNICA, 2009), há a necessidade da realização de estudos que abarquem as conseqüências do cultivo desta cultura.

Para tanto, a utilização combinada das técnicas de Sensoriamento Remoto e dos SIGs pode contribuir para avanços nas pesquisas relativas ao manejo da cultura da cana-de-açúcar, permitindo o controle de pragas, a estimativa de sua produtividade e disponibilizando informações sobre os possíveis riscos ambientais, através, por exemplo, da estimativa da emissão de gases poluentes derivada dessa cultura ao ambiente em que estão inseridos.

Tendo tais aspectos em vista, o objetivo deste trabalho, que constitui seguimento das pesquisas realizadas no projeto de iniciação científica intitulado “Caracterização e

mapeamento da cultura da cana-de-açúcar no município de Rio Claro (SP) por meio de técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas” financiada pela FAPESP, é caracterizar e mapear através de técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG o cultivo da cana-de-açúcar no município de Rio Claro.

2. Metodologia de Trabalho

A área escolhida para a realização desse trabalho refere-se ao município de Rio Claro, que se localiza na porção centro-leste do Estado de São Paulo, aproximadamente nas coordenadas 22° 05’ e 22° 40’ S, 47° 30’ e 47° 55’ W, integrando a Região Administrativa de Campinas.

O trabalho teve início a partir da coleta de informações bibliográficas e do levantamento dos produtos de Sensoriamento Remoto (imagens orbitais) e de materiais cartográficos.

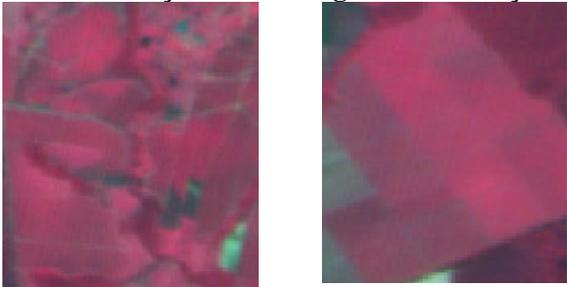
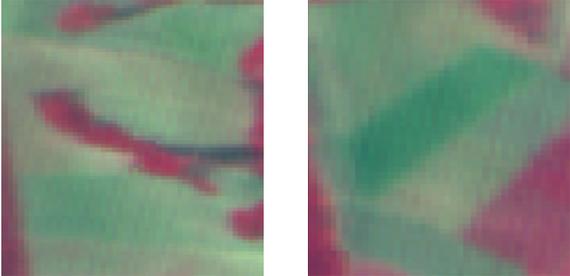
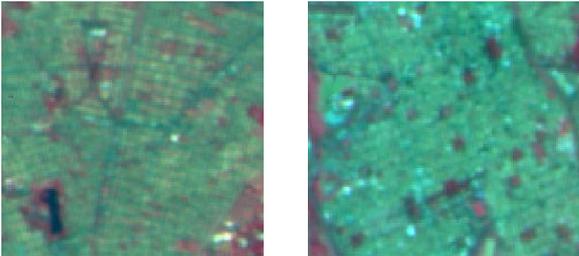
As imagens orbitais foram adquiridas através do catálogo de imagens CBERS disponibilizado pelo INPE, no qual se optou por imagens da câmera imageadora CCD devido à sua resolução espacial de 20x20 metros, na data de 23/09/09, período que corresponde ao estágio fenológico em que a cana-de-açúcar se apresenta em estágio de início de crescimento.

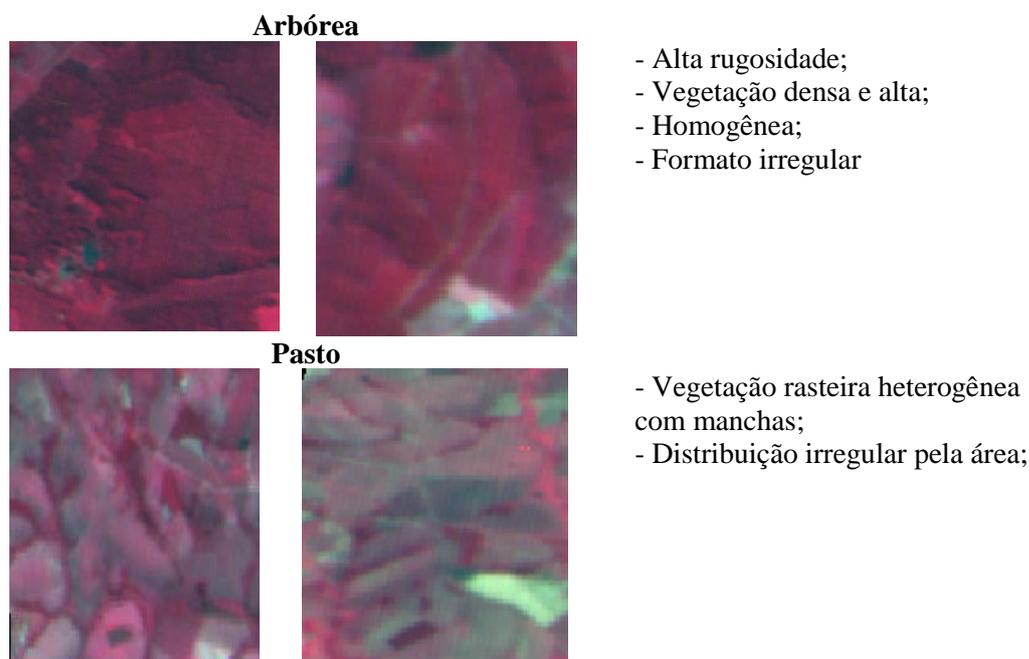
Após a coleta dos materiais necessários, procedeu-se através do software Autodesk Map 2004 o georreferenciamento das cartas topográficas de Rio Claro, Piracicaba, Itirapina, Leme, Araras, Corumbataí (escala 1:50.000 – IBGE) a fim de que fosse obtido o limite do município de Rio Claro (SP). Na seqüência, com apoio do software SPRING, procedeu-se o georreferenciamento das imagens orbitais utilizadas; seguido de procedimentos de realce de contraste e procedimentos de filtragem espacial. A partir dessa etapa inicial de processamento, as imagens foram submetidas a procedimentos de segmentação e classificação para a estimativa da área plantada por cana-de-açúcar no município de Rio Claro.

No procedimento de classificação de imagens foram realizados testes com o classificador *Maxver-ICM* disponível no ambiente do software Spring e com o classificador supervisionado *Minimum Distance* disponível no software Envi. As classes de uso e ocupação selecionadas foram: cana-de-açúcar; pasto; área urbana; citricultura; vegetação nativa; corpos d’água e solo exposto.

No entanto, como o objetivo da pesquisa é apenas delimitar e caracterizar as áreas ocupadas pela presença da cultura de cana-de-açúcar, optou-se por classificar as imagens manualmente através da segmentação por crescimento de regiões (similaridade de 20 e área (pixels) de 45) realizada no software Spring 4.3.3, já que a edição dos erros obtidos com a utilização dos classificadores automáticos testados poderia resultar em margem de erro e o tempo utilizado seria muito superior ao despendido com a classificação manual dos dois cenários analisados. A interpretação visual dos alvos se deu com base nos padrões apresentados na tabela 1, e na comparação com outras imagens do satélite CBERS 2B e Landsat 5 em vários períodos fenológicos.

Tabela 1: Padrões metodológicos utilizados para a interpretação dos alvos

| Alvos interpretados | | Características |
|---|--|---|
| Cana-de-açúcar em estágio de maturação | | |
|  | | <ul style="list-style-type: none"> - Cultura densa, alta e aveludada; - Homogênea; - Formato geométrico estabelecido; - Presença de corredores entre a cultura; - Cor avermelhada. |
| Cana-de-açúcar no início de desenvolvimento | | |
|  | | <ul style="list-style-type: none"> - Cultura baixa e pouco aveludada; - Formato geométrico estabelecido; - Presença de corredores entre a cultura; - Cor rosa. |
| Solo Exposto | | |
|  | | <ul style="list-style-type: none"> - Textura homogênea; - Quando indicativo de solo preparado para o plantio de cana possui formato geométrico; - Representado em cores esverdeadas. |
| Solo Exposto com palhada | | |
|  | | <ul style="list-style-type: none"> - Pixel com aparência estourada; - Forma geométrica estabelecida; |
| Área Urbana | | |
|  | | <ul style="list-style-type: none"> - Presença de formatos geométricos, - Textura heterogênea; - Distribuição regular; - Níveis de cinza estourados. |



Além disso, através da utilização do SIG ArcGis 9.3, foi produzido o mapa de declividade. Para tanto, foi utilizada a base cartográfica digital disponibilizada pelo “Atlas Ambiental do Rio Corumbataí”. Por meio desta base foram extraídas as curvas de nível do município de Rio Claro para a geração da malha triangular (TIN), para posterior construção do mapa de declividade.

As classes adotadas se basearam na metodologia proposta por Ross (1994). São elas: até 6% (declividade muito fraca); de 6 a 12% (declividade fraca); de 12 a 20% (declividade média); de 20 a 30% (declividade forte); e acima de 30% (declividade muito forte).

3. Resultados e Discussão

A partir da metodologia acima descrita, foi criado o mapa da área plantada por cana-de-açúcar no município de Rio Claro. Através dele, obteve-se que cerca de 22005 ha do município é ocupado por esta cultura, ou seja, aproximadamente 45% da área do município. A figura 1 mostra o resultado obtido através da classificação da imagem orbital de 23/09/09.

É necessário salientar que o resultado obtido através do classificador *Maxver-ICM* disponível no ambiente do software Spring e do classificador supervisionado *Minimum Distance* disponível no software Envi foi insatisfatório considerando os objetivos propostos no trabalho. Em ambos os casos, houve confusão, principalmente na separação dos alvos: cana-de-açúcar, pastagem e área urbana. Áreas de pastagens foram classificadas automaticamente como áreas de cultivo de cana-de-açúcar e vice-versa, e a área urbana, que possui níveis de cinza semelhantes ao solo exposto (preparado para o cultivo de cana-de-açúcar) foi classificada erroneamente como esses. Por isso, optou-se em realizar a classificação manual representada pela figura 1.

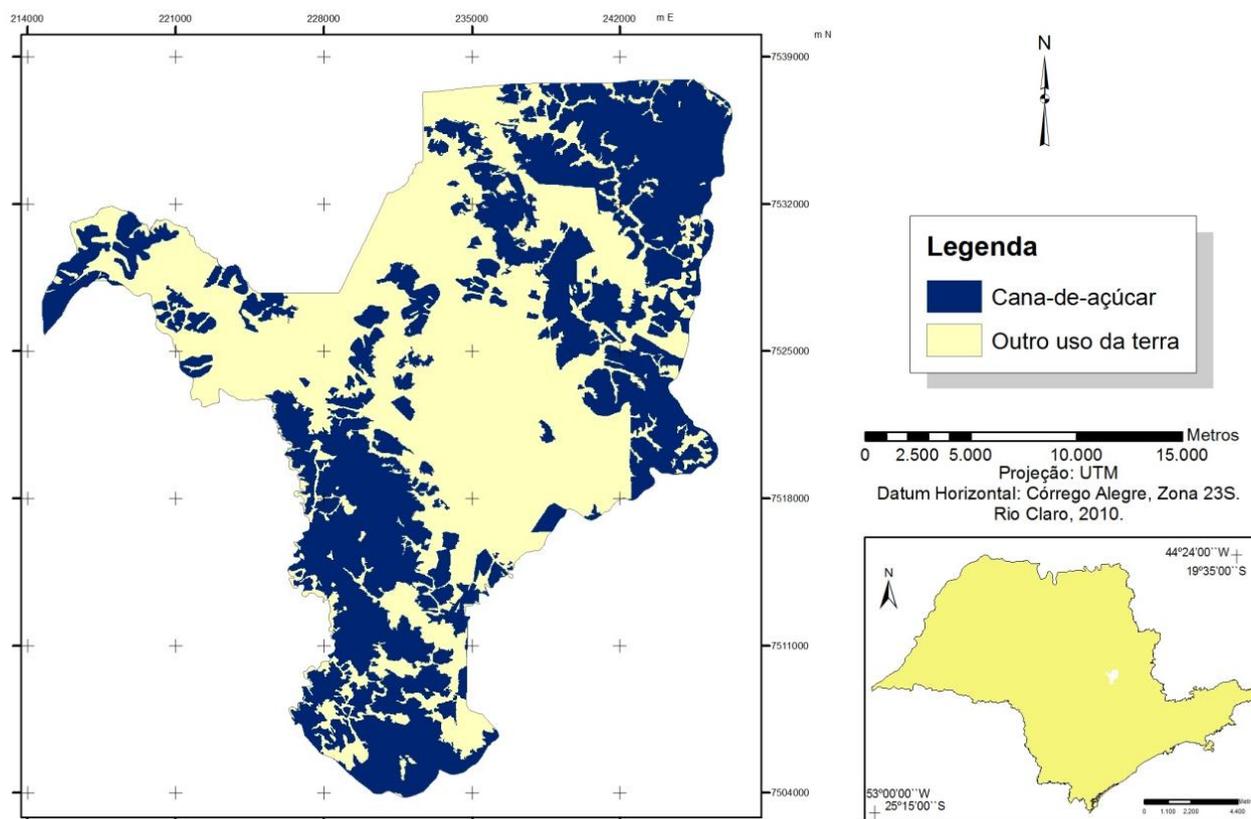


Figura 1. Área plantada pela cultura de cana-de-açúcar no município de Rio Claro (SP) no ano de 2009.

Além disso, a figura 2 representa a classificação de imagem, considerando o desenvolvimento da cana-de-açúcar no cenário de 23/09/2009. Nesta data, a ocupação da área analisada, apresenta em sua maior parte o solo exposto preparado para o plantio, e a cana em seu período inicial de crescimento, de forma que, cerca de 4840 ha da área do município é ocupado por cana adulta, 8322 ha por cana em estágio de crescimento, e 8835 ha por solo exposto preparado para o plantio de cana-de-açúcar.

Segundo Ross (1994), áreas com solo exposto por aração, ou áreas desmatadas e queimadas recentemente, casos englobados na classe de solo exposto preparado para o plantio de cana-de-açúcar, são as que apresentam graus de proteção ao solo muito baixa ou nula. Portanto, no período analisado, os riscos ambientais e principalmente os riscos pedológicos, representados por processos erosivos, deslizamentos de terra, entre outros, são muito comuns principalmente associados a altas declividades.

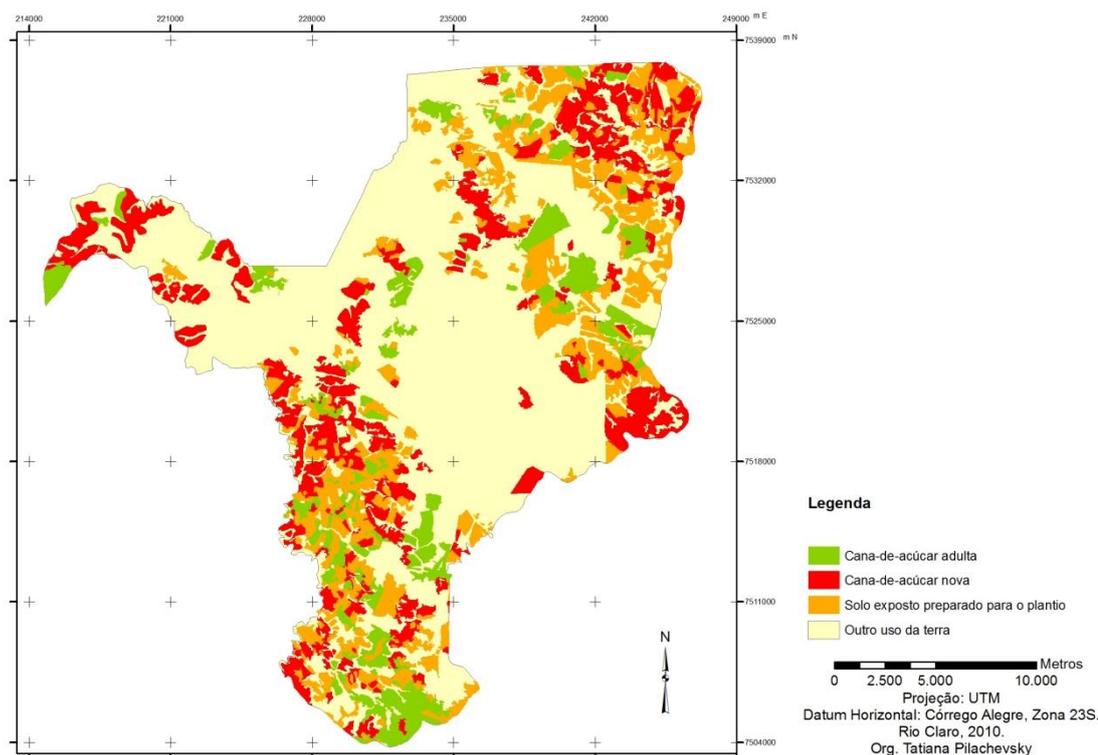


Figura 2. Mapa dos estágios de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar no município de Rio Claro (SP) em 23/09/2009.

No que se refere à declividade, as áreas que apresentam declives inferiores a 12% são áreas em que o corte da cana possui o potencial de ser mecanizado. Já as áreas com declives superiores a 12% a implantação do maquinário se torna dificultosa o que impossibilita o corte mecanizado e conseqüentemente aumenta a necessidade da realização da queima pré-corte da cana-de-açúcar (corte manual). O mapa de declividade do município de Rio Claro está representado na figura 3.

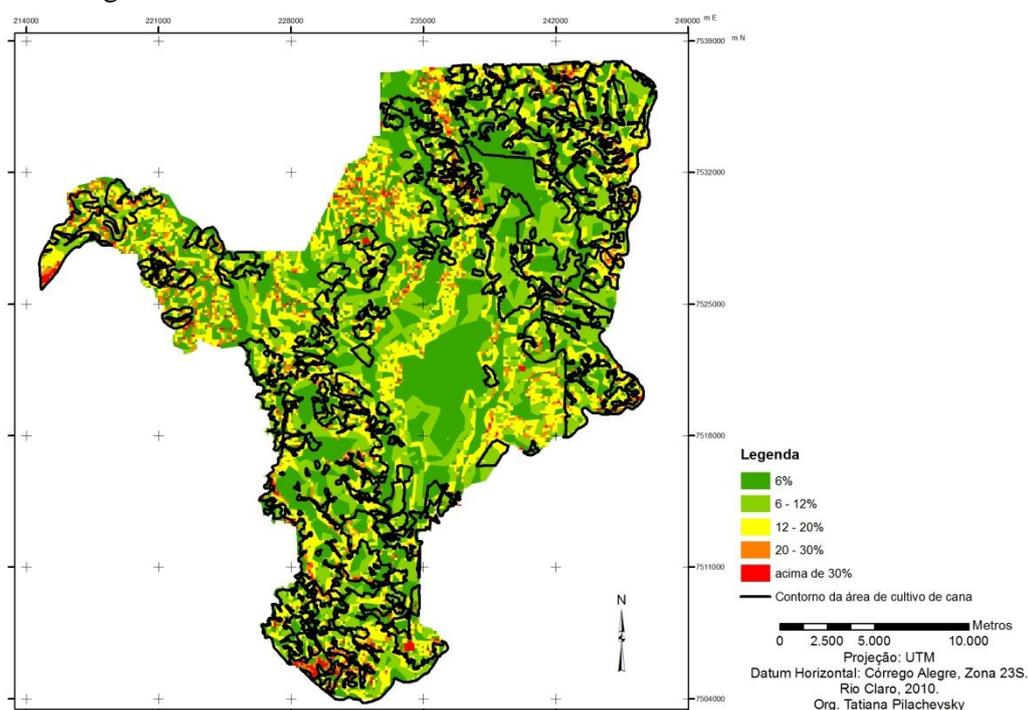


Figura 3. Mapa de declividade no município de Rio Claro (SP)

O mapa abaixo representado (figura 4) mostra as áreas de cultivo de cana-de-açúcar em que há a possibilidade de mecanização e as áreas em que a mecanização se torna imprópria devido à declividade superior a 12%.

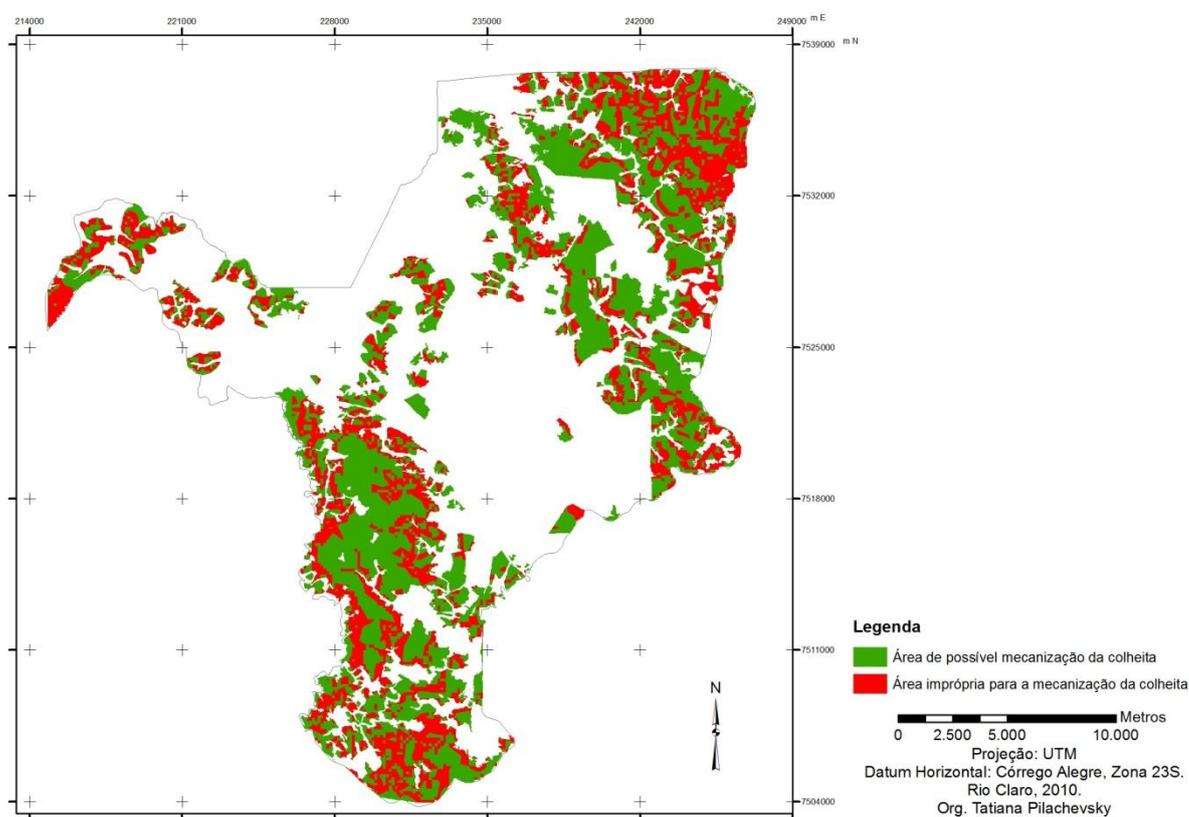


Figura 4. Mapa de declividade representativo das áreas de possível mecanização da colheita

4. Conclusões

Através dos resultados obtidos pode-se constatar que a cultura de cana-de-açúcar representa a principal atividade agrícola desenvolvida no município de Rio Claro (SP), ocupando quase metade do seu território.

Desta forma, práticas agrícolas conservacionistas são necessárias para o controle da erosão e diminuição da fragilidade ambiental, tendo em vista que o principal período de preparação do solo corresponde aos meses de agosto a novembro, quando o solo encontra-se totalmente desprotegido com relação à ação erosiva das chuvas.

Além disso, é possível verificar que as áreas mais centrais do município compostas pelo cultivo de cana-de-açúcar são passíveis de mecanização da colheita, fator que diminui a queimada pré-corte e favorece as condições de qualidade de ar no município.

Portanto, a partir da realização deste estudo, foi possível verificar a importância da aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG para a caracterização parcial e o mapeamento da cultura de cana-de-açúcar. A próxima fase deste projeto consiste na aplicação de Índices de Vegetação para a avaliação relativa do vigor de fitomassa da cultura de cana-de-açúcar a fim de fornecer alternativas para a estimativa quantitativa da emissão de gases efeito estufa na atmosfera local.

Agradecimentos

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo financiamento da pesquisa (Processo: 2010/07936-3).

Referências Bibliográficas

Atlas ambiental do rio Corumbataí. Disponível em: <http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/>>. Acesso em: 23/09/2010.

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Instituto de Geociências. Editora Unicamp. 1993. 170p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em 20/11/2009.

Imagens CBERS e LANDSAT. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 02/08/2010.

JENSEN J. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 2000.

LIMA, M.; LIGO, M.A.; CABRAL, M. R.; BOEIRA, R. C.; PESSOA, M.P.Y.; NEVES, M. C. **Emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. São Paulo: Parêntese, 2007. 127p.

RIPOLI, T. C. C; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba, SP: Edição dos Autores, 2009.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. n.8, p.63-74. 1994.

União da indústria de cana-de-açúcar. Disponível em:< <http://www.unica.com.br/>>. Acesso em 20/11/2009.