

# UTILIZAÇÃO DE SIG NA INTEGRAÇÃO DE DADOS DOS QUADROS FÍSICO-NATURAL E SÓCIO-ECONÔMICO DA REGIÃO ADMINISTRATIVA DE CAMPINAS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

*JOSÉ FLÁVIO MORAIS CASTRO<sup>1</sup>*

*LÚCIA HELENA DE OLIVEIRA GERARDI<sup>2</sup>*

*ANA CAROLINA BUFALO<sup>3</sup>*

## **Resumo**

O estudo teve como objetivo maior, desenvolver metodologia para integração de dados do quadro físico-natural a dados do quadro sócio-econômico em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG's). Como objetivo específico e em decorrência da integração de dados, foram avaliadas as possibilidades de atualização cartográfica de dados, por método digital. Tendo como área de estudo a Região Administrativa de Campinas, foi digitalizada, no sistema SGI/INPE, a base municipal e a distribuição da cana-de-açúcar da região para o ano de 1980. Concomitantemente foi criado um banco de dados, a partir do Censo Agropecuário (IBGE, 1980), contendo área plantada e produção de cana-de-açúcar na região. O método consistiu na criação de três *layers*; o primeiro, constituído da divisão por município; o segundo, da distribuição da cana-de-açúcar obtida da Carta de Utilização da Terra do Estado de São Paulo (IGC, 1980); e, o terceiro, dos tipos de solos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1960). Foi possível, através do sistema IDRISI, identificar e mapear a produtividade da cana-de-açúcar e integrá-la ao mapa de potencial agrícola do solo obtendo-se, desta forma, o mapa da relação produtividade/potencial da cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** Sistema de Informação Geográfica, cartograma, análise espacial, produção e produtividade da cana-de-açúcar, banco de dados.

---

<sup>1</sup> Professor Assistente do Departamento de Cartografia e Análise da Informação Geográfica/IGCE/UNESP

<sup>2</sup> Professora Doutora do Curso de Pós-Graduação em Geografia/IGCE/UNESP

<sup>3</sup> Discente do curso de graduação em Geografia - Estágio de Iniciação Científica/DCAIG/IGCE/UNESP

## Abstract

### **Utilization of GIS in the interrelation of physical-natural and social-economical data of Campinas administrative region: A methodological proposal.**

The aim of this study is to develop a methodology for the integration of data from the physical-natural and social-economical background, using, for this, the Geographical Information Systems (GIS). Also the possibilities of cartographic up-to-dating of data by digital method are evaluated. The study area was the Campinas Administrative Region and the main data was the sugar cane distribution in the region, in 1980, digitized from the Land Utilization Chart of São Paulo State (IGC, 1980), using SGI/INPE software. Data about planted area and production of sugar cane (Crops and Livestock Census - IBGE, 1980) were structured in a data bank. A chart of types of soil (AGRICULTURE MINISTRY, 1960) was also digitized. The integration, using IDRISI system, of the cartographic and statistical data allowed identify and to map the sugar cane productivity in relatio of agricultural soil potential and the differences between statistical and mesured data.

**Key-words:** Geographical Information Systems, cartogram, spatial analysis, produce and productivity of sugar cane, data bank.

## INTRODUÇÃO

Abordagens geográficas tem merecido grande atenção por parte de especialistas em geoprocessamento, mais especificamente, aqueles que utilizam de Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), mostrando a eficiência destes sistemas como instrumento de análise e síntese da informação. Análise e síntese da informação sugerem manipulação e integração de grande volume de dados "que se modificam e que devem ser atualizados em velocidade cada vez maior" (GERARDI *et al.*, 1991), possibilitando maior rapidez e precisão no gerenciamento do espaço.

Apesar da eficiência dos SIG's, surgem alguns problemas e dificuldades de ordem técnico-operacional, relativas à estrutura de *software*, quando se pretende integrar dados do quadro físico-natural a dados do quadro sócio-econômico nestes sistemas. Segundo GERARDI (*op. cit.*), estes problemas e dificuldades são decorrentes da "natureza diversa desses dados e sua relação com as formas de representação que dominam a absoluta maioria dos SIG's - *raster* ou vetorial".

Os dados do quadro físico-natural (solos, por exemplo), com características qualitativas e distribuição espacial zonal, são armazenados em SIG no formato *raster*. Tais dados são obtidos, originalmente, a partir da fotointerpretação, do sensoriamento

remoto e do trabalho de campo; os mapas analógicos produzidos, são armazenados na forma de Planos de Informação (PI's) ou *layers*.

Os dados do quadro sócio-econômico (área e produção de cana-de-açúcar, por exemplo) com características qualitativas e quantitativas, são armazenados no formato *raster* e banco de dados, respectivamente. Na primeira, os dados são produto de fotointerpretação, produzindo mapas analógicos; e, na segunda, os dados são resultantes de levantamentos sistemáticos, desenvolvidos em intervalos regulares de tempo, dispostos na forma de tabelas - armazenados em banco de dados e espacializados na forma de cartogramas coropléticos.

A integração desses dados possibilita avaliações precisas e diagnósticos detalhados da evolução dos fenômenos no espaço e no tempo. O problema maior, objeto da pesquisa, consiste em como integrar informações distintas. A utilização de série estatística incorre na aplicação de intervalos de classe os quais causam, segundo SANCHEZ (1972), continuidade espacial da informação que não tem uma distribuição contínua.

Uma das maiores dificuldades e necessidades da geografia é justamente a integração de grande volume de dados de natureza distinta. Convencionalmente, tais integrações são praticamente impossíveis; ao passo que, em ambiente SIG a integração das informações é feita através de operadores lógicos da álgebra booleana.

Acredita-se, que através do SIG, é possível identificar as áreas produtoras de cana-de-açúcar, a partir da digitalização dos produtos analógicos obtidos da fotointerpretação, relacionado-os ao banco de dados da produção de cana-de-açúcar, obtida do censo agropecuário, e integrando estas informações com os tipos de solos da região.

É neste limiar que se inserem os objetivos deste texto, que pretende demonstrar metodologia de trabalho para integração de dados em SIG, bem como sua utilização para atualização cartográfica.

### *Objetivos*

O estudo teve como objetivo maior, desenvolver metodologia para integração de dados do quadro físico-natural a dados do quadro sócio-econômico em ambiente SIG; especificamente, a relação entre produtividade da cana-de-açúcar e o potencial agrícola dos solos da Região Administrativa de Campinas.

Como objetivo específico e em decorrência da integração de dados, foi desenvolvida metodologia de atualização cartográfica de dados censitários a partir daqueles originados da fotointerpretação, analisando o efeito da representação de uma mesma informação (no caso, a distribuição da cana-de-açúcar na Região Admi-

nistrativa de Campinas do Estado de São Paulo, para o ano de 1980), tanto nos cartogramas convencionais, elaborados a partir do censo agropecuário, quanto nos mapas temáticos, elaborados a partir da fotointerpretação.

### *Características da Região Administrativa de Campinas*

A região de estudo, Região Administrativa de Campinas, localiza-se no centro-leste do Estado de São Paulo e está compreendida entre os paralelos 21°17'38" - 23°20'46" de latitude sul e os meridianos 46°04'48" - 48°20'24" de longitude oeste, sendo constituída por 83 municípios (Fig. 1). Ocupa um lugar de destaque dentro da área territorial do Estado, com seus 27.043 Km<sup>2</sup>, perfazendo 10,9% do total.

Segundo a divisão geomorfológica do Estado de São Paulo (ALMEIDA, 1974), é possível distinguir na região três unidades morfoestruturais, constituídas pelo Planalto Atlântico, pela Depressão Periférica e pelas Cuestas Basálticas.

Segundo MAYER (1982), o Planalto Atlântico apresenta-se com topografia acidentada e estrutura complexa, onde há o predomínio de rochas gnaissicas com quartzitos e micaxistos intercalados, de idade Pré-Cambriana. O relevo é montanhoso com altitudes superiores a 1.500 metros.

Na Depressão Periférica, a paisagem apresenta-se com formas onduladas ou tabuliformes, com extensos vales fluviais, onde os níveis altimétricos variam de 500 a 700 metros de altitude, destacando-se os morros testemunhos e pequenas *cuestas*.

As Cuestas Basálticas surgem como alinhamento de escarpas, esculpidas em camadas de rochas areníticas e basálticas, com altitudes variando de 800 a 1.100 metros. Segundo a autora, a maior parte da Região de Campinas está localizada na Depressão Periférica, com o Planalto Atlântico a leste e as Cuestas Basálticas a oeste.

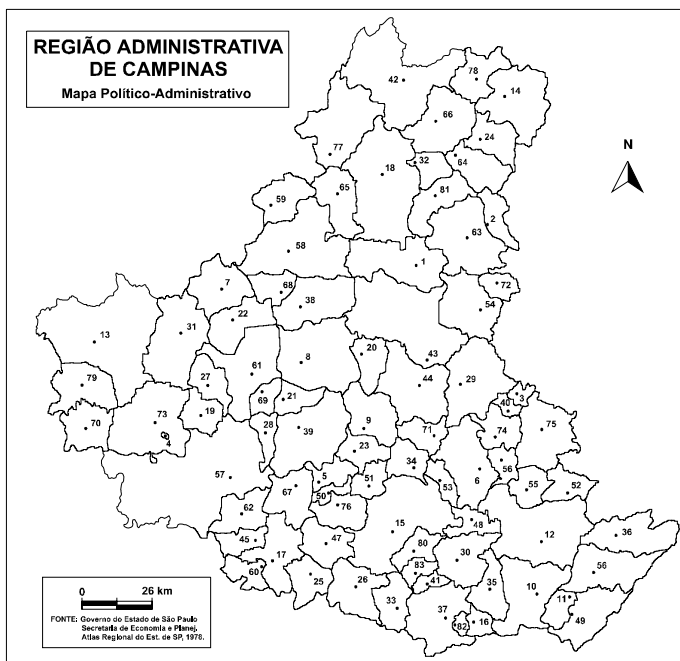
O clima da região é controlado pelas massas de ar tropicais e polares, em transição para o grupo dos climas controlados pelas massas equatoriais e tropicais.

A hidrografia é composta pelos rios Tietê, Piracicaba, Moji-Guaçu e Pardo que drenam a Região com orientação geral L-O, pois a maior parte deles tem suas nascentes no Planalto Cristalino com traçado dendrítico regular.

O regime fluvial da região está na dependência do regime pluviométrico, com cheias na estação chuvosa de verão, máximas em fevereiro e março, e vazantes de maio a novembro, com mínimas em julho e agosto.

A vegetação natural apresenta-se com florestas latifoliadas recobrendo a porção E e SE do Planalto Cristalino e os cerrados nos altos do Planalto Ocidental, nos vales dos rios Moji-Guaçu e Pardo e na Depressão Periférica.

**Figura 1 – Mapa de Localização da Região Administrativa de Campinas, com os respectivos municípios e sedes municipais**



- |                       |                  |                         |                           |
|-----------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1. Agual              | 17. Coplvarl     | 33. Itupeva             | 49. Nazaré Paulista       |
| 2. Águas da Prata     | 18. Casa Branca  | 34. Jaguariuna          | 50. Nova Odessa           |
| 3. Águas de Lindóia   | 19. Charqueada   | 35. Jarinu              | 51. Paulínea              |
| 4. Águas de S. Pedro  | 20. Conchal      | 36. Joanópolis          | 52. Pedra Bela            |
| 5. Americana          | 21. Cordetópolis | 37. Jundiaí             | 53. Pedreira              |
| 6. Amparo             | 22. Corumbatai   | 38. Leme                | 54. Espírito S. do Pinhal |
| 7. Anápolis           | 23. Cosmópolis   | 39. Limeira             | 55. Pinhalzinho           |
| 8. Araras             | 24. Divinolândia | 40. Lindóia             | 56. Piracicaba            |
| 9. Artur Nogueira     | 25. Elias Fausto | 41. Louveira            | 57. Piracicaba            |
| 10. Aúba              | 26. Indaiatuba   | 42. Mococa              | 58. Pirassununga          |
| 11. B. Jesus dos Perd | 27. Itapetininga | 43. Mogi-Guaçu          | 59. Por                   |
|                       | 28. Itapetininga | 44. Mogi-Mirim          |                           |
|                       | 29. Itapetininga | 45. Mombuca             |                           |
|                       | 30. Itapetininga | 46. Monte Alegre do Sul |                           |
|                       | 31. Itirapina    | 47. Monte Mor           |                           |
|                       | 32. Itobi        | 48. Morungaba           |                           |
|                       |                  |                         | 69. Santa Gertrudes       |
|                       |                  |                         | 70. Santa Maria da Serra  |
|                       |                  |                         | 71. Santo Antonio         |
|                       |                  |                         | 72. São João do Rio Preto |
|                       |                  |                         | 73. São Pedro             |
|                       |                  |                         | 74. Serra Negra           |
|                       |                  |                         | 75. Sorocaba              |
|                       |                  |                         | 76. Socorro               |
|                       |                  |                         | 77. Sumaré                |
|                       |                  |                         | 78. Tambaú                |
|                       |                  |                         | 79. Tapiratiba            |
|                       |                  |                         | 80. Teresópolis           |
|                       |                  |                         | 81. Valinhos              |
|                       |                  |                         | 82. Vargem Grande do Sul  |
|                       |                  |                         | 83. Vinhedo               |

Quanto aos solos, a Região apresenta grande diversidade distribuída pelas três unidades fisiográficas. No Planalto Cristalino ocorrem solos de estrutura grossa com cascalhos. Na Depressão Periférica, solos argilosos e avermelhados e na unidade das Cuestas Basálticas, solos com alto teor de ferro e magnésio, de textura argilosa.

Ainda segundo MAYER (*op. cit.*), “na Região de Campinas, a participação dos vários elementos do quadro natural associados aos grupos de solos, condiciona uma diversidade de categorias de uso de terras: culturas agrícolas, reflorestamento e pastagens”.

No processo de desenvolvimento econômico, o setor primário constitui-se em um ramo de atividade dos mais importantes, havendo um equilíbrio entre a agricultura e a pecuária. Dentre as culturas agrícolas que mais se destacam encontram-se: cana, café, milho, algodão, arroz, fruticultura, horticultura, entre outras.

A distribuição da população da região é resultante da intensidade da ocupação em diferentes períodos, com forças propulsoras bastante desiguais. A lavoura cafeeira exerceu papel significativo na ocupação humana. Entretanto, a queda do café no mercado internacional foi o fator que proporcionou a industrialização da região.

As densidades demográficas estão ligadas às taxas de crescimento, com índices acima de 20 hab/Km<sup>2</sup>. A Depressão Periférica figura como a área mais densamente povoada, coincidindo com os municípios próximos à Via Anhanguera, por onde o desenvolvimento industrial se espalha rapidamente.

Os municípios de Piracicaba, Rio Claro e Campinas ocupam lugar de destaque devido ao processo de industrialização, além de serem importantes centros terciários do Estado; sobretudo no setor do ensino superior e de pesquisa.

“O processo industrial que vem impulsionando a Região de Campinas, com distribuição espacial das atividades industriais ao longo do eixo Via Anhanguera e pelas ferrovias Paulista e Mojiana (FEPASA), entre a Grande São Paulo e o interior paulista, é que hierarquiza as cidades aí situadas de acordo com o dinamismo de sua função industrial” (MAYER, 1982).

## MATERIAL E TÉCNICA

Na aplicação interativa dos recursos do SIG utilizam-se, como unidade de estudo, os municípios que compõem a Região Administrativa de Campinas - Estado de São Paulo e, como fonte de informações cartográficas, os seguintes documentos e *softwares*:

- IBGE, Censo Agropecuário: Produção de cana-de-açúcar e área plantada por município em 1980.
- IGC, Carta de Utilização da Terra do Estado de São Paulo, escala 1/250 000, Folhas Campinas (1980), Guaratinguetá (1980), Santos (1980), Bauru (1981), São Paulo (1981) e Ribeirão Preto (1985).
- O sistema utilizado para entrada de dados é o SGI/INPE. O sistema IDRISI, licenciado para o Curso de Pós-Graduação em Geografia/IGCE/UNESP, é utilizado para processamento, impressão de mapas e checagem estatística dos resultados. Utiliza-se, também, o programa CORELDRAW, para tratamento cartográfico de alguns dados.

## METODOLOGIA

A metodologia de integração de dados dos quadros físico-natural e sócio-econômico proposta, se apoia na noção de *Sistema da Agricultura* desenvolvido pela *Comissão de Tipologia da Agricultura* (Diniz, 1984).

Segundo o autor, a Comissão definiu a agricultura como um sistema formado por três *subsistemas internos*: social (caracterização do operador), funcional (mecanismos de transformação) e de produção (*output* e objetivo do sistema); e, quatro *subsistemas externos*: o econômico, o ecológico, o demográfico-cultural e o político.

A cana-de-açúcar, portanto, dentro dos elementos funcionais, se enquadra no conjunto da *utilização da terra* e é caracterizada como *cultivo semiperene* (aquele cuja renovação se faz em alguns anos). O solo, por sua vez, é um elemento ecológico de extrema importância para a agricultura pois, textura, profundidade, composição, capacidade de retenção de água e índice de acidez são elementos que podem explicar a variação espacial de cultivos.

O roteiro metodológico é apresentado na figura 2. Pelo método convencional, a informação extraída do censo é classificada e mapeada de forma generalizada à área total do município, constituindo cartogramas coropléticos (Fig. 2A). Neste método ocorre perda de informação em quatro níveis:

No primeiro nível, a perda ocorre no momento do próprio recenseamento, onde existe uma margem de erro estatístico na coleta da informação, podendo ocorrer omissão, superestimação e subestimação de informação. O segundo nível ocorre na agregação dos dados, que são coletados de forma dispersa e agregados a um ponto. Em seguida, estes dados agregados passam por uma classificação com o objetivo de se elaborar o cartograma, ocorrendo aqui o terceiro nível de perda de

informação, pois a classificação resulta na generalização da informação. O quarto nível consiste na espacialização desta informação, classificada, generalizando-a à área total da unidade de estudo (por exemplo, o município), na forma de cartogramas, como é o caso do uso do solo, em que as culturas não estão distribuídas regularmente na área total do município, mas apresentam-se sob a forma de um mosaico, como pode ser comprovado pelos mapeamentos realizados a partir de fotointerpretação (Fig. 2B).

Através do SIG é possível relacionar os polígonos das áreas de ocorrência de cana-de-açúcar dos municípios com o banco de dados classificados sobre produção de cana-de-açúcar. O resultado previsto é a geração de *layers* (cartogramas) representando a área real de ocorrência da produção, conforme mostra a figura 2B. Desta forma, a distribuição espacial da produção é georeferenciada, o que permite uma análise pontual da dinâmica espacial e temporal do produto.

Em seguida, este *layer* pode ser correlacionado com o *layer* dos tipos de solos da região (Fig. 2C), visando a identificação e a representação da relação espacial entre potencial agrícola do solo (Fig. 2C1) e produção, podendo ser referida a produtividade da cana-de-açúcar (Fig. 2B1). A síntese final é obtida a partir da relação potencial/produtividade (Fig 2D).

O passo preliminar do método consiste na criação de três *layers*. O primeiro, constituído da divisão municipal; o segundo, da distribuição da cana-de-açúcar obtida da Carta de Utilização da Terra do Estado de São Paulo (IGC, 1980); e o terceiro, dos tipos de solos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1960).

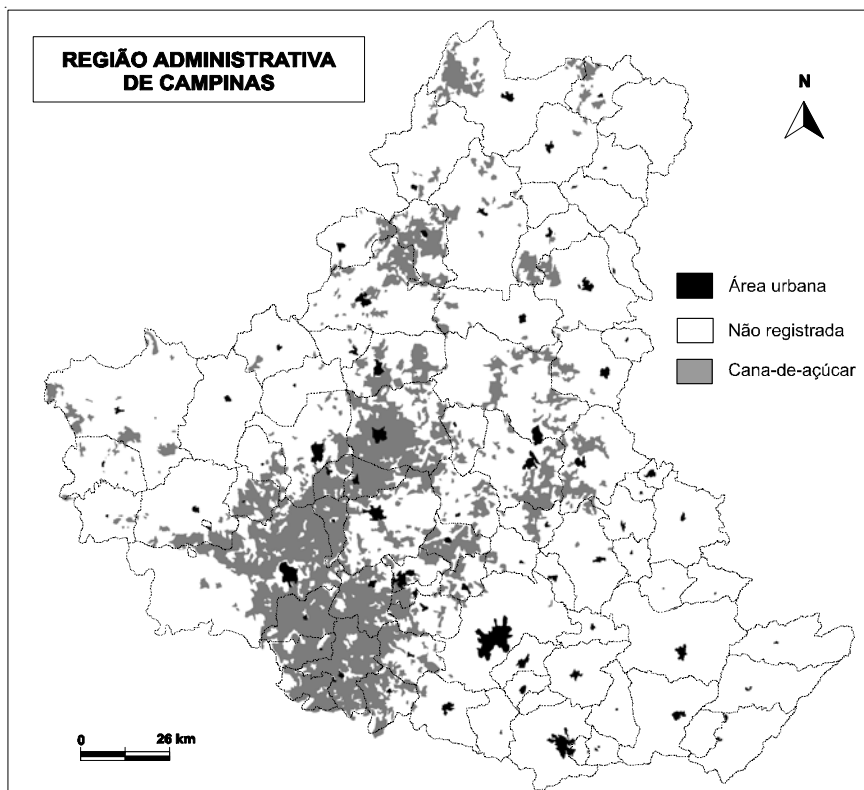
O primeiro *layer* é obtido pela digitalização da base municipal, no SGI/INPE. O segundo, pela digitalização da distribuição da cana-de-açúcar na região para o ano de 1980<sup>4</sup> (Fig. 3). Concomitantemente, cria-se um banco de dados, por município, da produção de cana-de-açúcar (em ton.) e da área plantada (em ha), coletados a partir do Censo Agropecuário de 1980 (Tabela 1).

A informação é digitalizada no formato vetorial e convertida para o *raster*, pois é este último formato que permite o cruzamento de informações. Os mapas analógicos são digitalizados vetorialmente, criando arquivos com extensões específicas do SGI. Entretanto, este sistema permite converter a base de dados para extensão de arquivo (por exemplo, .dxf) compatível com outros SIG's (por exemplo, o sistema IDRISI).

<sup>4</sup> Houve um ligeiro desvio do *layer* da cana-de-açúcar em relação ao *layer* do município (Fig. 3), decorrente de problemas operacionais com escalas de mapas analógicos na criação da base de dados, que permitiu uma pequena margem de erro no cálculo de área; o que não invalida esta proposta metodológica.



**Figura 3 – Mapa da distribuição da cana-de-açúcar na Região Administrativa de Campinas / SP, 1980. Fonte: IGC, 1980.**



Os dados do censo, geralmente na forma de tabelas, consistem em atributos alfanuméricos não-espaciais armazenados em sistemas independentes denominados Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), que permitem variadas manipulações. Este banco de dados é editado em planilha Excel (cujas extensões de arquivo podem ser .xls ou .txt), esta última, compatível com o sistema IDRISI. Em seguida, o banco de dados é convertido, no comando EDIT do IDRISI, para a extensão .val.

O passo seguinte, consiste em calcular, através do IDRISI, a área plantada com cana-de-açúcar, em hectares, para cada município (Tabela 1). A partir deste banco de dados criado, é possível estabelecer uma vinculação dos dados com os polígonos respectivos para cada município.

Para fins de mapeamento, cria-se uma paleta de cores para representação dos intervalos de classes e calculam-se os intervalos, utilizando-se a fórmula de Sturges, que dá uma estimativa do número de classes ( $k$ ) a ser utilizada (Gerardi & Silva, 1981):

$$k = 1 + 3,3 \log n$$

onde:

$n$  = número total de observações

$\log$  = logaritmo para a base 10

Em seguida, cria-se o terceiro *layer* relativo às características dos solos da região (Fig. 4). Este mapa foi obtido a partir do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1960) e contém as características de cada tipo de solo, descritos na tabela 2, que permitem avaliar a relação entre produtividade da cana-de-açúcar e potencial agrícola dos solos; ou seja, se a diferença de produtividade pode ser diretamente associada a diferentes potencialidades dos solos.

A integração destes dados em SIG, consiste no estabelecimento de relações a partir de operações lógicas da álgebra booleana. Tais operações envolvem o reconhecimento do modo pelo qual uma ou mais classes de um *layer* ocorre em relação às outras classes dos demais *layers*.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da criação dos dois *layers*: divisão municipal (denominado “muni”) e distribuição da cana-de-açúcar (denominado “cana”), inicia-se o processamento das informações. O *layer* “cana” está representado por um grande polígono relativo à Região Administrativa de Campinas (Fig. 3). Quando se superpõe este *layer* ao *layer* “muni”, torna-se necessária a realização de operações booleanas entre eles, ou seja, um *overlay* (superposição de camadas), visando a identificação do polígono da cana-de-açúcar com o respectivo município em que o mesmo ocorre, criando o *layer* da distribuição da cana-de-açúcar, por município, base para se obter a integração de dados pretendida.

Portanto, no processamento deste *layer*, utilizou-se no sistema IDRISI do comando *overlay* para superposição do *layer* “cana” ao *layer* “muni”, através da operação soma, produzindo o terceiro *layer*, denominado “canamuni”.

**Tabela 1 – Área plantada (em ha), produção (em t) e produtividade (em t/ha) da cana-de-açúcar, por município, na Região Administrativa de Campinas em 1980.**

ID	Município	Área (ha)			Produção (em t)	Produtividade (t/ha)		
		IBGE	IGC	IBGE-IGC		IBGE	IGC	IBGE-IGC
1	Aguaí	385	2753	-2368	39945	103,8	14,5	89,3
2	Águas da Prata	0	0	0	23	0	0	0
3	Águas de Lindóia	16	0	16	667	41,7	0	41,7
4	Águas de São Pedro	0	0	0	0	0	0	0
5	Americana	1757	3362	-1605	84330	48	25,1	22,9
6	Amparo	1425	1243	182	98107	68,8	78,9	-10,1
7	Analândia	34	964	-930	3400	100	3,5	96,5
8	Araras	25191	40876	-15685	2130593	84,6	52,1	32,5
9	Artur Nogueira	2808	7180	-4372	231134	82,3	32,2	50,1
10	Atibaia	51	0	51	1329	26,1	0	26,1
11	Bom J. dos Perdões	11	0	11	327	29,7	0	29,7
12	Bragança Paulista	52	0	52	1584	30,5	0	30,5
13	Brotas	5505	9350	-3845	275651	50,1	29,5	20,6
14	Caconde	88	42	46	6746	76,7	160,6	-83,9
15	Campinas	194	743	-549	4402	22,7	5,9	16,8
16	Campo L. Paulista	0	0	0	2	0	0	0
17	Capivari	12781	29377	-16596	768648	60,1	26,2	33,9
18	Casa Branca	4181	4439	-258	324969	77,7	73,2	4,5
19	Charqueada	6650	10080	-3430	457417	68,8	45,4	23,4
20	Conchal	635	3124	-2489	57980	91,3	18,6	72,7
21	Cordeirópolis	4678	12132	-7454	383861	82,1	31,6	50,5
22	Corumbataí	157	155	2	13830	88,1	89,2	-1,1
23	Cosmópolis	5462	10385	-4923	460585	84,3	44,4	39,9
24	Divinolândia	89	0	89	8809	99	0	99
25	Elias Fausto	6143	11333	-5190	370021	60,2	32,6	27,6
26	Indaíatuba	384	922	-538	15305	39,9	16,6	23,3
27	Ipeúna	3461	3484	-23	224838	65	64,5	0,5
28	Iracemápolis	9788	10947	-1159	734172	75	67,1	7,9
29	Itapira	5771	10015	-4244	357239	61,9	35,7	26,2
30	Itatiba	154	0	154	9041	58,7	0	58,7
31	Itirapina	1	0	1	39	39	0	39
32	Itobi	2	0	2	81	40,5	0	40,5
33	Itupeva	120	53	67	5230	43,6	98,7	-55,1
34	Jaguariuna	934	1322	-388	82144	87,9	62,1	25,8
35	Jarinu	89	0	89	4145	46,6	0	46,6
36	Joanópolis	1	0	1	24	24	0	24
37	Jundiaí	20	0	20	523	26,2	0	26,2
38	Leme	10279	13576	-3297	832136	81	61,3	19,7
39	Limeira	10899	15514	-4615	806480	74	52	22
40	Lindóia	2	0	2	50	25	0	25
41	Louveira	0	0	0	0	0	0	0

42	Mococa	5919	11404	-5485	419703	70.9	36.8	34.1
43	Mogi-Guaçu	5742	13690	-7948	260152	45.3	19	26.3
44	Mogi-Mirim	6183	13297	-7114	432975	70	32.6	37.4
45	Mombuca	6885	10207	-3322	467618	67.9	45.8	22.1
46	Monte Alegre do Sul	33	20	13	952	28.8	47.6	-18.8
47	Monte Mor	3276	10153	-6877	210408	64.2	20.7	43.5
48	Morungaba	2	0	2	25	12.5	0	12.5
49	Nazaré Paulista	9	0	9	643	71.4	0	71.4
50	Nova Odessa	1410	3009	-1599	80782	57.3	26.8	30.5
51	Paulínea	2190	4297	-2107	132942	60.7	30.9	29.8
52	Pedra Bela	1	0	1	58	58	0	58
53	Pedreira	4	0	4	130	32.5	0	32.5
54	Espírito S. do Pinhal	1845	2843	-998	73476	39.8	25.8	14
55	Pinhalzinho	0	0	0	8	0	0	0
56	Piracaia	169	0	169	14799	87.6	0	87.6
57	Piracicaba	36452	60160	-23708	2627263	72.1	43.7	28.4
58	Pirassununga	5504	13952	-8448	397196	72.2	28.5	43.7
59	Porto Ferreira	811	3332	-2521	70585	87	21.2	65.8
60	Rafard	9032	10114	-1082	524568	58.1	51.9	6.2
61	Rio Claro	6196	9157	-2961	427984	69.1	46.7	22.4
62	Rio das Pedras	11564	21241	-9677	785794	68	37	31
63	S. João da Boa Vista	97	3110	-3013	3598	37.1	1.2	35.9
64	S. Seb. Da Grama	13	0	13	439	33.8	0	33.8
65	S. Cruz das Palmeiras	5984	14533	-8549	457969	76.5	31.5	45
66	S. José do Rio Pardo	556	415	141	35636	64.1	85.9	-21.8
67	S. Bárbara D'Oeste	13876	20886	-7010	973155	70.1	46.6	23.5
68	S. Cruz da Conceição	452	307	145	29204	64.6	95.1	-30.5
69	Santa Gertrudes	5346	8324	-2978	384092	71.8	46.1	25.7
70	Santa Maria da Serra	556	790	-234	30325	54.5	38.4	16.1
71	Santo Ant. da Posse	2094	3821	-1727	109026	52.1	28.5	23.6
72	Santo Ant. do Jardim	4	0	4	344	86	0	86
73	São Pedro	5649	7689	-2040	318610	56.4	41.4	15
74	Serra Negra	25	302	-277	1481	59.2	4.9	54.3
75	Socorro	99	0	99	3244	32.8	0	32.8
76	Sumaré	1532	5642	-4110	95255	62.2	16.9	45.3
77	Tambaú	1784	2476	-692	123680	69.3	50	19.3
78	Tapiratiba	1798	3277	-1479	89139	49.6	27.2	22.4
79	Torrinha	931	1282	-351	23533	25.3	18.4	6.9
80	Valinhos	12	0	12	680	56.7	0	56.7
81	Vargem Gra. do Sul	0	4350	-4350	15	0	0	0
82	Várzea da Palma	0	0	0	0	0	0	0
83	Vinhedo	2	0	2	40	20	0	20

FONTE: Censo Agropecuário - IBGE, 1980. Processamento em IDRISI do layer cana obtido da Carta de Utilização da Terra do Estado de São Paulo, IGC, 1980.

**MAPA DE POTENCIAL AGRÍCOLA DO SOLO \*\***

Tabela 2 - Características dos solos da Região Administrativa de Campinas

SOLOS	CARACTERÍSTICAS	MATERIAL DE ORIGEM	PROFUNDIDADE EFETIVA (m)	TEXTURA SUPERFICIAL	PRODUTIVIDADE APARENTE	ACIDEZ	AGRICULTURA
1. Podzólico vermelho amarelo-orto		granito, gnaíse e sedimentos argilosos	1,5	areia	média	fortemente ácido a ácido	regular
2. Podzólico vermelho amarelo - var. Piracicaba		granito e arenitos	1,5	areia argilosa arenosa	média	fortemente ácido a ligeiramente ácido	regular
3. Podzólico vermelho amarelo - var. Latae		arenitos	2,0	areia	média a baixa	ácido a ligeiramente ácido	regular a não adequado
4. Solos podzolicados com cascaíchos		granito e gnaíse	1,5	areia barrenta	média	ácido	regular a não adequado
5. Solos podzolicados Lime/Merília - var. Line		areia of. cinzento calcário	2,5	areia	alta e média	ácido a ligeiramente ácido	bom
6. Solos podzolicados Lime/Merília - var. Merília		arenitos	2,0	areia	alta	ácido a neutro	bom
7. Latosol roxo		enúfivas básicas	+ de 3,0	argila barrenta arenosa	alta e baixa	ácido a ligeiramente ácido	muito bom
8. Latosol vermelho escuro-orto		argilas, fósforos e variáveis	3,0	argila arenosa	média a baixa	ácido	regular a não adequado
9. Latosol vermelho amarelo-orto		granito e gnaíse	+ de 3,0	areia argilosa	média	fortemente ácido a ácido	regular a não adequado
10. Latosol vermelho amarelo - fase rasa		argila, gnaíse, fósforos e variáveis	1,0	areia argilosa	baixa	fortemente ácido	regular a não adequado
11. Latosol vermelho amarelo - fase arenosa		arenitos	3,0	areia argilosa	baixa	fortemente ácido a ácido	regular a não adequado
12. Lato. verm. amar. "infogrado" p/ podz. verm. amar.		gnaiíse	2,5	areia argilosa	média	ácido	regular a não adequado
13. Latosol vermelho amarelo húmico		gnaiíse e sedimentos do quaternário	3,0	areia argilosa	média a baixa	fortemente ácido a ácido	regular a não adequado
14. Solos hidromórficos		sedimentos do quaternário	0,5	diversas	média	fortemente ácido a ácido	regular
15. Litosol - fase substrato basáltico		enúfivas básicas	0,2	barro	alta	ligeiramente ácido	não a adequado
16. Litosol - fase substrato granito-gnaíse		granito e gnaíse	0,3	areia argilosa	média	ácido	não a adequado
17. Litosol - fase substrato arenito calcário		arenito e calcário	0,6	areia	alta	ligeiramente ácido a ligeiramente alcalino	regular
18. Litosol - fase substrato folhelho-argilto		folhelho e argilas	0,2	barro e argila barrenta	média a alta	fortemente ácido a ligeiramente ácido	regular
19. Regosol		arenitos	+ de 3,0	areia	baixa	fortemente ácido	não a adequado
20. Rego. interg. p/ podz. verm. amar. e lato. verm. amar.		arenitos	+ de 3,0	areia	baixa	ácido	não a adequado
21. Lato. verm. amar.-orto e lito-fase subs. gran. gnaí.		*	*	*	*	*	*
22. Solos aluviais		sedimentos do quaternário	1,0	diversas	alta, média e baixa	fortemente ácido a ácido	bom a regular

MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO ADOTADOS PELOS AUTORES

Observação de campo para a produtividade aparente: a) alta, b) média e c) baixa. Observação de campo para a acidez: a) fortemente ácido, b) ácido e c) ligeiramente ácido. Observação de campo para a textura superficial: a) areia, b) areia argilosa e c) argila arenosa.

\* Ausência de dados na fonte, estas características podem ser associadas às características dos solos de números 9 a 16.  
 \*\* Nomenclatura adaptada ao método.

FONTE: Utilização Agrícola dos Solos de São Paulo, In: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1960, pp. 566-605.

O *layer* “canamuni” passa por outra operação matemática, através do comando *scalar*, para que o polígono do *layer* “cana” seja associado ao polígono do *layer* “muni” e, que o mesmo, assuma o identificador (número de ordem, rótulo) do município, produzindo o quarto *layer*, denominado “canmusca”.

A partir desta etapa, este *layer* passa por um processo de atribuição de valores do banco de dados (através do comando *assign*) e de reclassificação (através do comando *reclass*), onde se conjugam: intervalos de classe, polígonos da cana-de-açúcar e seus respectivos municípios, banco de dados da área plantada em hectares (tabela 1) e paleta de cores.

As paletas de cores foram construídas com base no método de representação gráfica da Semiologia (Bertin, 1967). A informação a ser tratada apresenta características ordenadas em intervalos de classes quantitativos e/ou qualitativos. Segundo o autor, uma variável ordenada deve ser representada por variáveis visuais que expressam “valor” e “granulação”. Como a cor, apesar de ser seletiva, é uma variável ordenável, optou-se por aplicá-la nos cartogramas a seguir.

O processo de reclassificação e conjugação da base de dados resulta no cartograma da figura 5, que representa, em intervalos de classe, a área plantada com cana-de-açúcar, por município, (em hectares); área esta originada do mapa analógico elaborado pelo IGC (1980) por processo de fotointerpretação. A fórmula de Sturges foi aplicada ao banco de dados relativo à área plantada do IGC, devido ao seu maior índice de área em relação ao banco de dados do IBGE, que apontou sete classes com intervalo de 8.919 ha.

Observe-se neste cartograma (Figura 5), que o município de Piracicaba apresenta a maior área plantada da região, seguido dos municípios de Araras e Capivari.

Este mesmo procedimento pode ser adotado para a área plantada obtida do Censo Agropecuário de 1980 (Tabela 1). Ou seja, cria-se um novo banco de dados, o qual é associado aos polígonos de cana-de-açúcar com os respectivos municípios, e aplica-se, para efeito de comparação entre cartogramas, os mesmos intervalos de classes adotados para o IGC, resultando no cartograma da figura 6.

Nota-se no cartograma da figura 6 que o município de Piracicaba continua sendo aquele com a maior área plantada da região; entretanto, esta área reduz cerca de 40 % em relação àquela obtida do cartograma analógico (Figura 5). Esta relação se configura em todos municípios com ocorrência de cana-de-açúcar.

Esta diferença pode ser explicada por uma provável omissão de informação no processo de recenseamento. Há que se considerar também a escala da foto aérea e a escala do mapa IGC (1980), onde o processo de detalhamento/generalização pode ocorrer, causando algum ganho de informação.

Outra análise realizada foi com relação aos cartogramas coropléticos convencionais. Tradicionalmente, estes cartogramas são elaborados a partir da classi-

ficação dos dados da tabela e da generalização dos intervalos de classe a área total do município, resultando no cartograma da figura 7.

Nota-se neste cartograma, que a área plantada com cana-de-açúcar aparenta ser significativamente superior à realidade, principalmente quando comparado com o cartograma da figura 6. A leitura do cartograma da figura 7, induz o leitor a pensar que existe na região um grande número de municípios com baixo índice de área plantada; esta mesma leitura não se configura no cartograma da figura 6.

A diferença da área plantada com cana-de-açúcar obtida pelos métodos da fotointerpretação, dos censos e a relação destes com os polígonos georeferenciados, pode ser comprovada com a operação de subtração entre *layers* (*overlay*); isto é, a diferença de área recenseada e medida.

O resultado desta operação é apresentado no cartograma da figura 8, que permite visualizar os municípios onde houve subestimação de área. Este cartograma foi elaborado com base em operações de diferença entre *layers* da área plantada (IBGE - IGC), cujo polígono é identificado com o respectivo dado absoluto da tabela 1, e não com os cartogramas das figuras 5 e 6 que foram elaborados em intervalos de classe de área plantada, a partir daqueles utilizados para se calcular a diferença. A classificação adotada é resultado do intervalo apontado pela fórmula de Sturges.

Na análise do cartograma da figura 8, quando se compara a diferença em área apresentada pelo IGC (medida) em relação a apresentada pelo IBGE (recenseada), observa-se, que na maioria absoluta dos municípios onde há ocorrência de cana-de-açúcar, houve significativa subestimação de área recenseada em relação à medida, com o município de Piracicaba apresentando o maior desvio.

Outro tipo de operação entre *layer*, foi o cálculo da diferença entre classes de área plantada, considerando dados do IBGE menos aqueles calculados a partir do IGC, ou seja: o cartograma da figura 6 menos o cartograma da figura 5. Como o intervalo de classe apontado pela fórmula de Sturges foi de 8.919 ha, o resultado desta operação mostra as subestimação em quantidade de classes (Fig. 9).

Na figura 8, tem-se um resultado mais detalhado da diferença de área, uma vez que a operação matemática foi realizada entre os *layers* cujos polígonos são identificados com os respectivos dados absolutos da tabela 1. Na figura 9, o resultado é mais generalizado, uma vez que a operação matemática foi realizada entre os intervalos de classes de área plantada com cana-de-açúcar.

Comparando-se os dois cartogramas, observa-se que na figura 9 existem alguns municípios com ausência do polígono da cana-de-açúcar, como é o caso do município de Leme. Isto ocorre, devido ao grau de generalização da operação entre classes (um exemplo lógico, o polígono vermelho de um município da figura 6 menos o mesmo da figura 5 é igual a zero), mostrando que é mais interessante e preciso o trabalho com valores não classificados.



O mesmo procedimento descrito para a área plantada, foi adotado para a produção de cana-de-açúcar (em toneladas), tomando-se como base os dados do censo agropecuário de 1980 – Tabela 1; resultando no cartograma apresentado na figura 10, que não difere, visualmente, dos cartogramas anteriores; as diferenças são quantitativas e qualitativas, relacionadas à generalização e perda de informação induzida pelo processo de classificação.

A partir do *layer* da produção cujo polígono é identificado com o respectivo dado absoluto da tabela 1, foi possível estabelecer a produtividade<sup>5</sup> da cana-de-açúcar na região, através da operação de divisão do *layer* da produção pelo *layer* da área plantada absoluta (tanto do IGC quanto do IBGE).

Os resultados desta operação são apresentados nos cartogramas das figuras 11 e 12, que apresentam a produtividade da cana-de-açúcar na região (em t/ha), considerando os dados do IBGE e do IGC respectivamente. A classificação adotada partiu da aplicação da fórmula de Sturges, que apontou para 7 classes, com intervalos de 24 t/ha.

A análise destes cartogramas mostra que, tendo sido mantido o dado de produção recenseada (IBGE) e variando a área de cana-de-açúcar, que é diferente segundo a fonte (IBGE ou IGC), há, logicamente, diferença de produtividade entre eles. Nota-se, ainda, que, mesmo considerando apenas os dados do IBGE para área e produção, os valores de produtividade da figura 11 apresentam alta heterogeneidade, variando de mais de 150 até menos de 24 t/ha, o que é estranho para uma cultura comercial que obedece a pacotes tecnológicos uniformes que tendem a uniformizar as produtividades. Aqui se coloca mais um indício de que provavelmente tenha ocorrido erro nos dados do censo.

A diferença de produtividade da cana-de-açúcar obtida a partir dos dados recenseados (IBGE) e medidos (IGC), pode ser comprovada com a operação de subtração entre *layers* (*overlay*), tendo com base o *layer* de produtividade do IBGE. O resultado desta operação é apresentado no cartograma da figura 13, que permite visualizar os municípios onde houve superestimação de produtividade.

Na análise do cartograma da figura 13, quando se compara a diferença em produtividade apresentada pelo IBGE em relação à apresentada pelo IGC, observa-se, que na maioria absoluta dos municípios, a diferença é positiva, ou seja, o cartograma com dados do IBGE superestimou a produtividade.

A diferença entre classes de produtividade mostra, também, que a maioria dos municípios muda de classe entre os dois cartogramas (Figs. 11 e 12), para 1, 2, 3 ou até 4 classes superiores, quando se considera como base o cartograma da figura

<sup>5</sup> A produtividade da terra, outro elemento do subsistema interno do sistema agricultura, também conhecida como rendimento, é obtida pelo quociente da divisão da produção pela unidade de área (Diniz, 1984).



11, feito com dados do IBGE (Fig. 14). Isto decorre do fato de que o dado de produção é fixo para os dois cartogramas, variando o dado de área, maior no caso medido, o que significa uma produtividade estimada menor.

O mapa da figura 15 foi obtido a partir da adaptação das conclusões a que os autores chegaram quanto às características do solo para a agricultura, apresentadas na tabela 2, com as seguintes classes: bom, bom a regular, regular, regular a não adequado e não adequado, e de uma classificação do *layer* relativo ao solo, tendo como base as classes de potencial agrícola do solo (Tabela 2), e como elemento de referência, o limite de município.

Nota-se neste mapa, que a maior parte da região tem solos com potencial regular a não adequado para a agricultura. Se imaginarmos um eixo norte-sul atravessando o centro da região, teremos solos regulares a leste e não adequados a oeste. Pelo próprio eixo se alinharia uma faixa descontínua de solos considerados bons; correspondentes aos latossolos roxos de decomposição de derrames basálticos.

A cana-de-açúcar aparece associada principalmente a este último grupo e a solos do grupo de potencial regular a não adequado (certamente corrigidos por investimentos em insumos para correção de acidez e fertilidade).

O mapa do potencial agrícola do solo quando associado ao uso efetivo do solo, isto é, cartograma da produtividade da cana-de-açúcar, produz uma relação produtividade/potencial. Esta associação se faz, no sistema IDRISI, através do comando *crossstab*, que possibilita uma tabulação cruzada entre *layers* e apresenta as categorias de relações na forma de tabela e imagem, podendo se obter a área, em hectares, de cada associação possível. A imagem gerada passa por uma reclassificação, onde associam-se grupos de categorias semelhantes às classes de relação produtividade/potencial, produzindo os mapas das figuras 16, 17 e 18.

Os mapas da relação produtividade/potencial, consistem da síntese final, que permitem responder algumas perguntas, como por exemplo: Existe uma associação entre classes de produtividade da cana-de-açúcar e de potencial agrícola do solo?; Que classes de produtividade estão associadas à classe predominante de potencial agrícola?; e, Que potencial agrícola está associado à classe predominante de produtividade?

O cartograma da figura 16, busca responder à primeira pergunta; ou seja, onde se encontra a cana-de-açúcar com baixa produtividade associada a solo não adequado para a agricultura? Neste cartograma, estabeleceu-se uma relação entre as classes de produtividade e de potencial correspondentes.

A análise deste cartograma, revela que esta afinidade é insignificante, principalmente se considerarmos o grande polígono da cana-de-açúcar da região (Fig. 3). Entretanto, esta afinidade, apesar de baixa, é mais expressiva na relação de produtividade entre 50 e 74 t/ha com potencial agrícola do solo regular.

Outra análise realizada, baseou-se no cartograma da figura 17, que buscou responder à segunda pergunta. Neste caso, o agrupamento das categorias (associações) se fez, tomando como base ou linha de corte, as classes de produtividade; ou seja, que potencial agrícola do solo predomina, em área, nestas classes de produtividade?

O cartograma da figura 17 estabelece esta relação, mostrando o predomínio na região de produtividades médias (50 – 74 t/ha), distribuídas em solos, cujo potencial agrícola é regular a não adequado, seguida de produtividade variando de 75 a 99 t/ha, distribuída, também, em solos regulares a não adequados.

Outro agrupamento realizado, tomou como base as classes de potencial agrícola do solo, e visou responder à terceira pergunta; ou seja, qual produtividade predomina, em área, nas classes de potencial agrícola do solo?

O cartograma da figura 18, além de responder a esta pergunta, confirma as análises realizadas na figura 17, mostrando o predomínio, em todas as classes de potencial agrícola do solo da região, de produtividades de cana-de-açúcar variando de 50 – 74 t/ha, sendo que a área mais expressiva se encontra em solos regulares a não adequados.

As análises realizadas mostraram que o solo não se constitui em elemento que determina a produtividade da cana-de-açúcar da região; ou seja, não existe nenhuma associação entre alta produtividade e solo bom. Provavelmente, esta associação se faria mais intensa quando se considerassem os insumos, a tecnologia, o emprego de capital, entre outros elementos.

## CONCLUSÕES

A contribuição metodológica testada e apresentada, mostrou-se relativamente simples de ser aplicada, inclusive a outras culturas, o que vem dinamizar o processo de análise espacial. Do ponto de vista da aplicação da tecnologia SIG a consagradas metodologias geográficas, esta mostrou-se flexível, com possibilidades de sucessivas intervenções na base de dados.

As análises aqui apresentadas podem apresentar uma pequena margem de erro, aceitável estatisticamente em qualquer estudo. Contudo, estabeleceu uma relação georeferenciada da área plantada, que oferece subsídios técnicos e metodológicos aos órgãos oficiais, para aferição e gerenciamento da informação censuada ou medida e mesmo para coleta de informações.

A pesquisa do tema abordado não se esgota, em hipótese alguma, nos resultados aqui analisados. A metodologia apresentada é aberta, possibilitando análises

mais detalhadas e incorporação de outros elementos, como por exemplo: incorporação de imagem de satélite classificada, tendência de expansão da cana-de-açúcar, evolução temporal, talhão, mecanização, fertilidade do solo, investimentos, declividade, clima, geração de DTM para obtenção de isovalores e modelos 3D, entre outras, além de análises estatísticas.

A incorporação destes elementos, além de favorecer análises mais detalhadas, favoreceria atualizações cartográficas de forma mais precisa e mais rápida, em oposição ao processo lento do método convencional.

A análise dos cartogramas convencionais mostrou que a proposta alternativa de incorporação da informação extraída da fotointerpretação aos SIG's, vem para minimizar o grau de generalização que afeta o método convencional, podendo comprometer a análise.

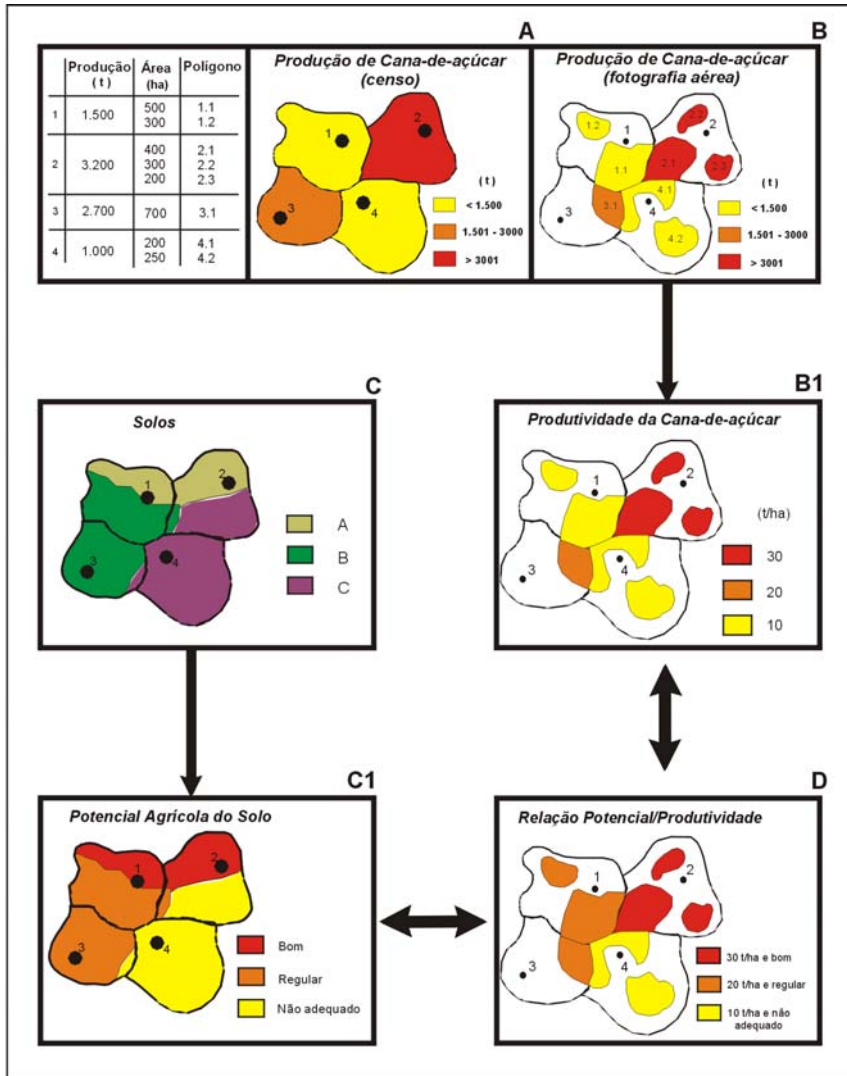


Figura 2 - Roteiro metodológico para integração de dados dos quadros físico-natural e sócio-econômico de uma região hipotética: A) Cartograma convencional da produção de cana-de-açúcar; B) Cartograma proposto a partir da integração censo/fotografia aérea; B1) Cartograma da produtividade da cana-de-açúcar; C) Mapa de solos; C1) Mapa do potencial agrícola do solo; e D) Cartograma de síntese da relação potencial/produtividade.

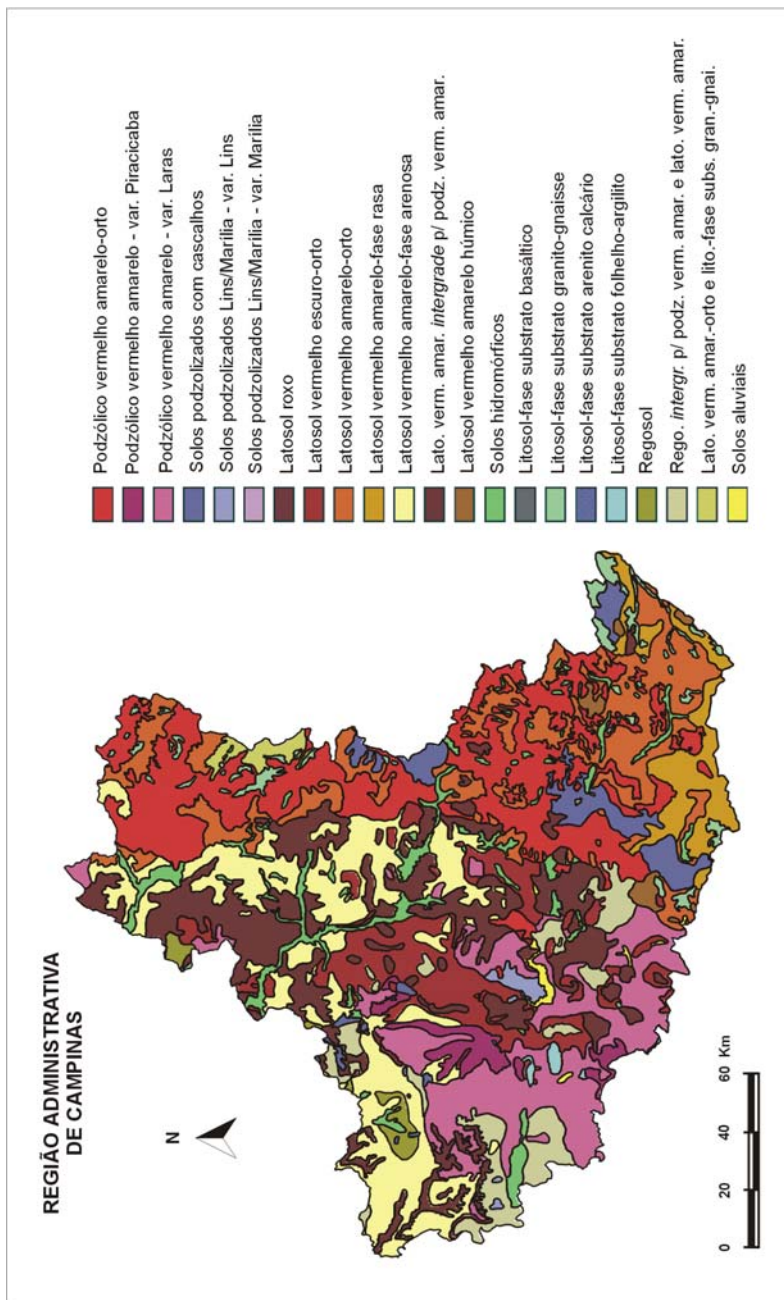


Figura 4 - Mapa de Solos da Região Administrativa de Campinas. FONTE: Ministério da Agricultura, 1960.

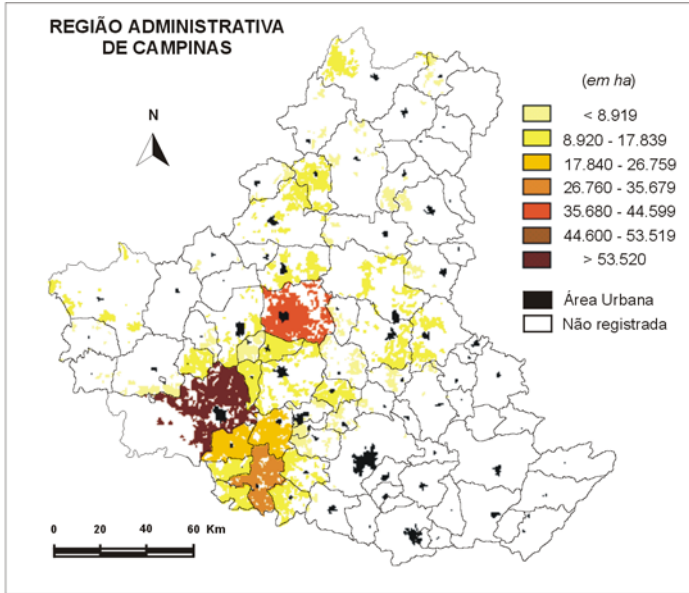


Figura 5 - Cartograma da área plantada com cana-de-açúcar , por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980, a partir do IGC.

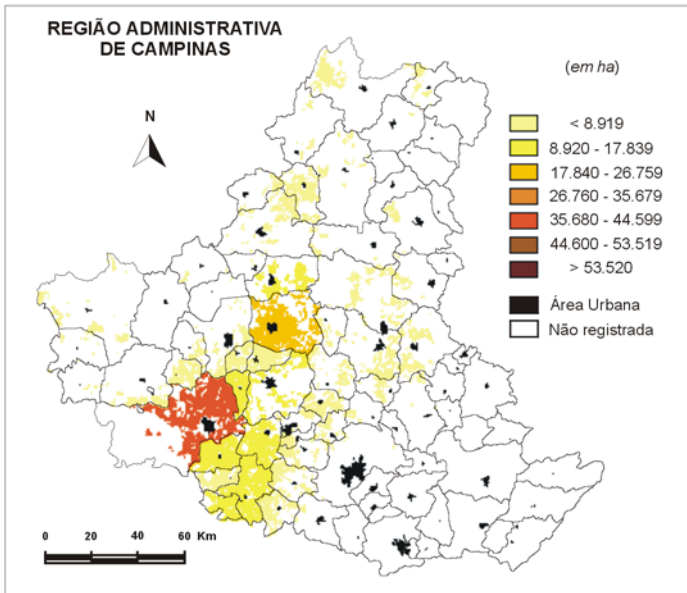


Figura 6 - Cartograma da área plantada com cana-de-açúcar , por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980, a partir do IBGE.

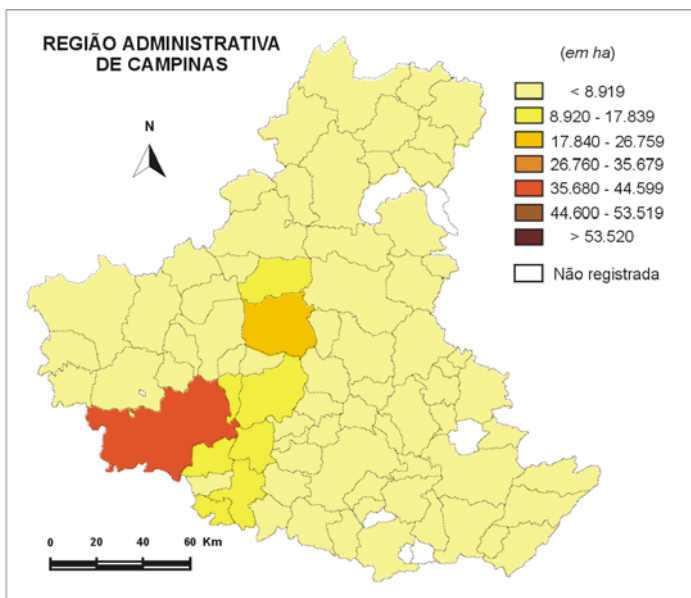


Figura 7 - Cartograma convencional da área plantada com cana-de-açúcar, por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980, a partir do IBGE.

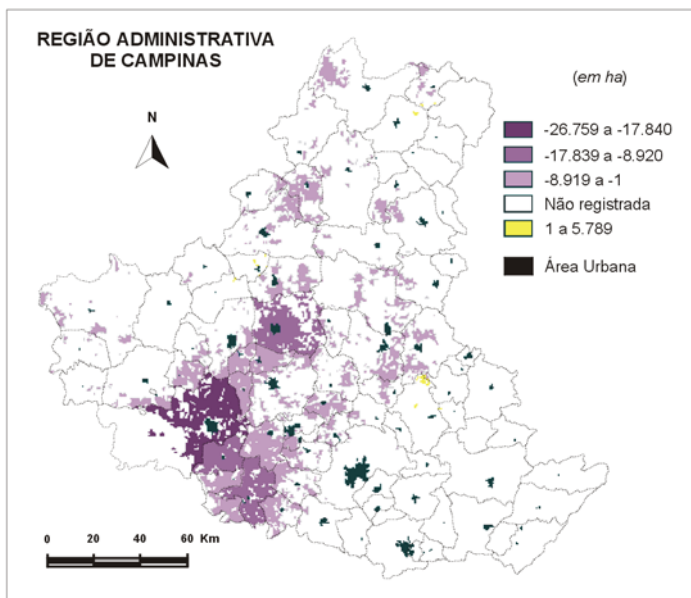


Figura 8 - Cartograma da diferença da área plantada com cana-de-açúcar recenseada e medida, por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980.



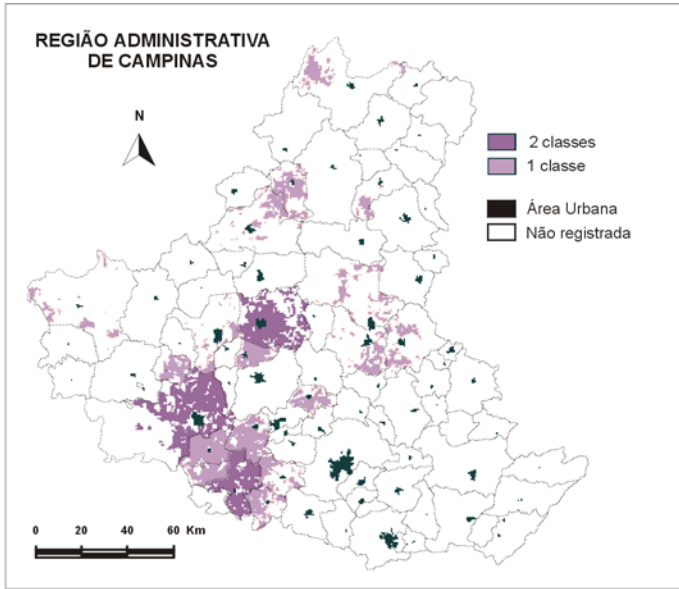


Figura 9 - Cartograma da diferença entre classes da área plantada com cana-de-açúcar recenseada e medida, por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980.

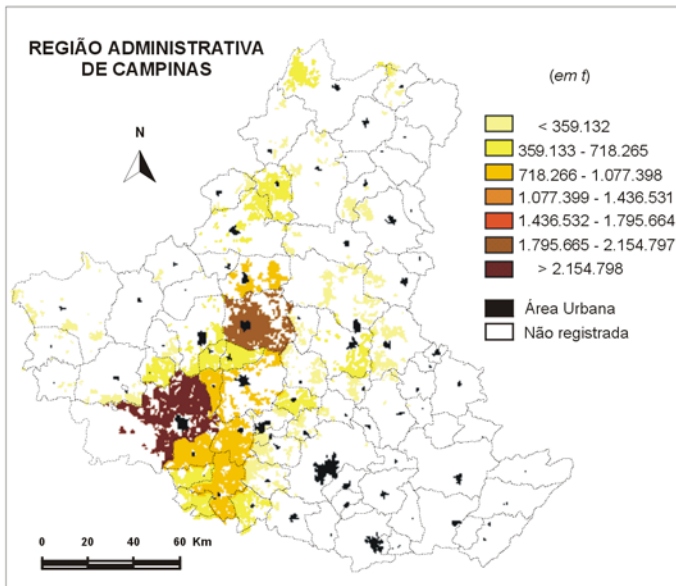


Figura 10 - Cartograma da produção de cana-de-açúcar, por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980, a partir do IBGE.



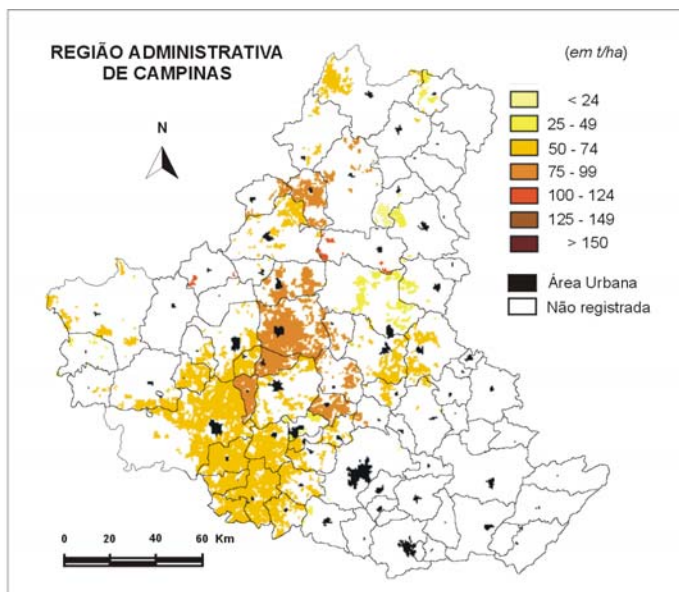


Figura 11 - Cartograma da produtividade da cana-de-açúcar , por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980, a partir do IBGE.

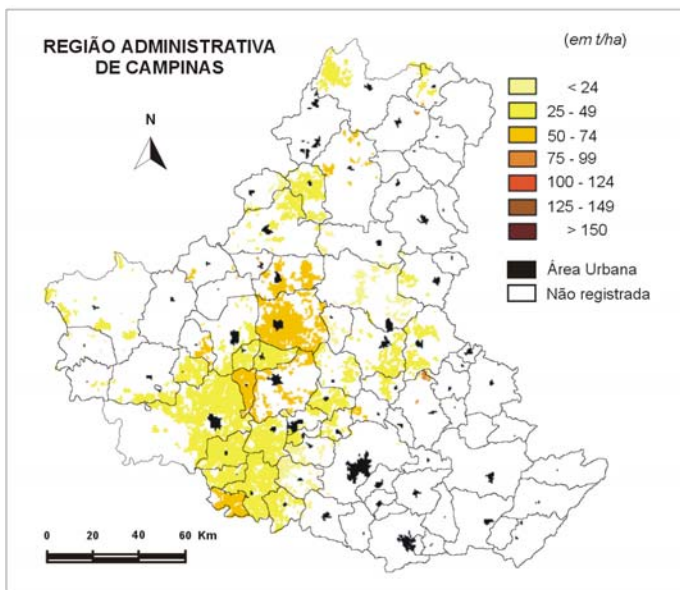


Figura 12 - Cartograma da produtividade da cana-de-açúcar , por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980, a partir do IGC.

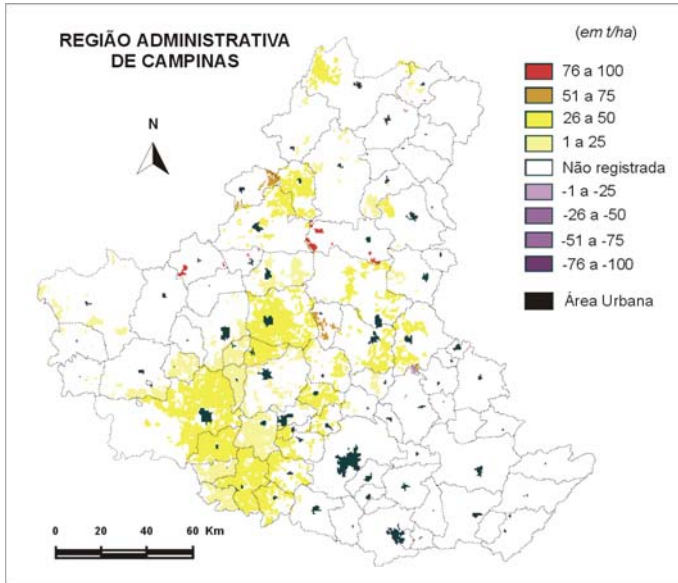


Figura 13 - Cartograma da diferença de produtividade da cana-de-açúcar , por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980.

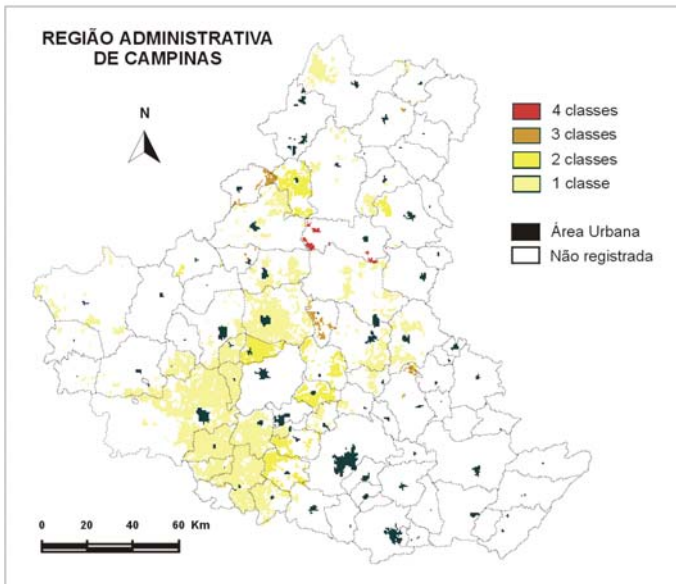


Figura 14 - Cartograma da diferença de classes de produtividade da cana-de-açúcar , por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980.

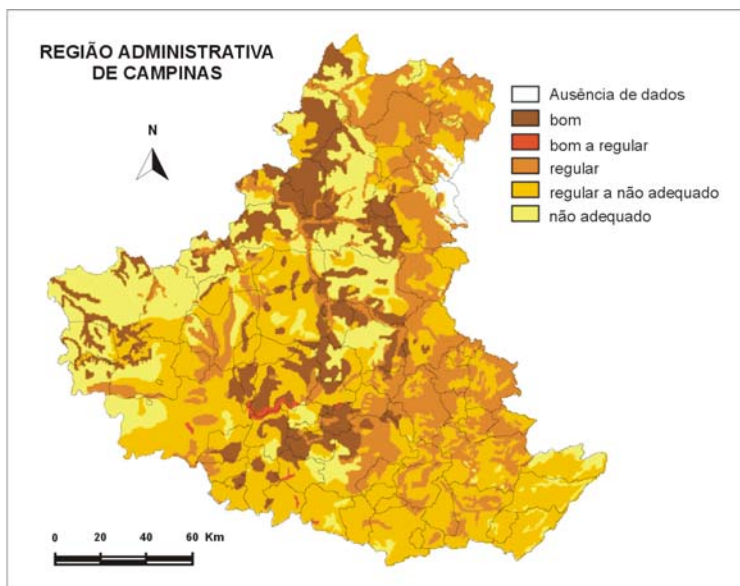


Figura 15 - Mapa de Potencial Agrícola do Solo da Região Administrativa de Campinas, 1960, elaborado a partir de metodologia do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1960.

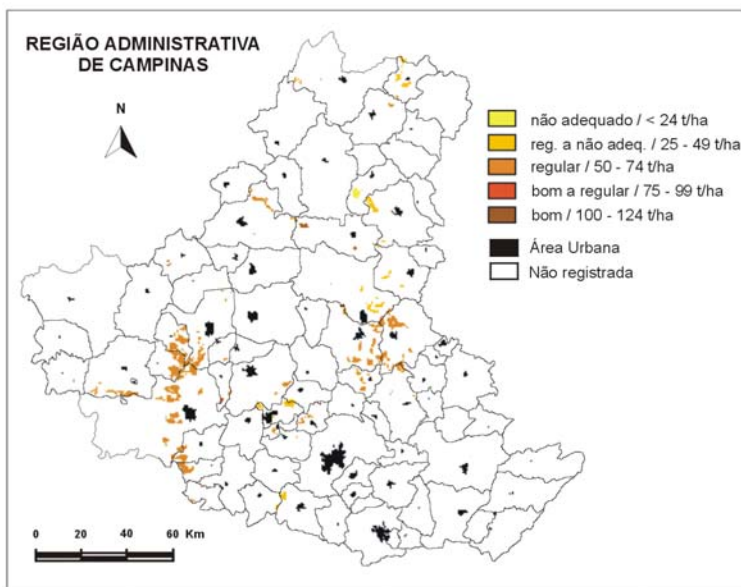


Figura 16 - Cartograma da relação entre classes de produtividade da cana-de-açúcar e potencial agrícola do solo, por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980.

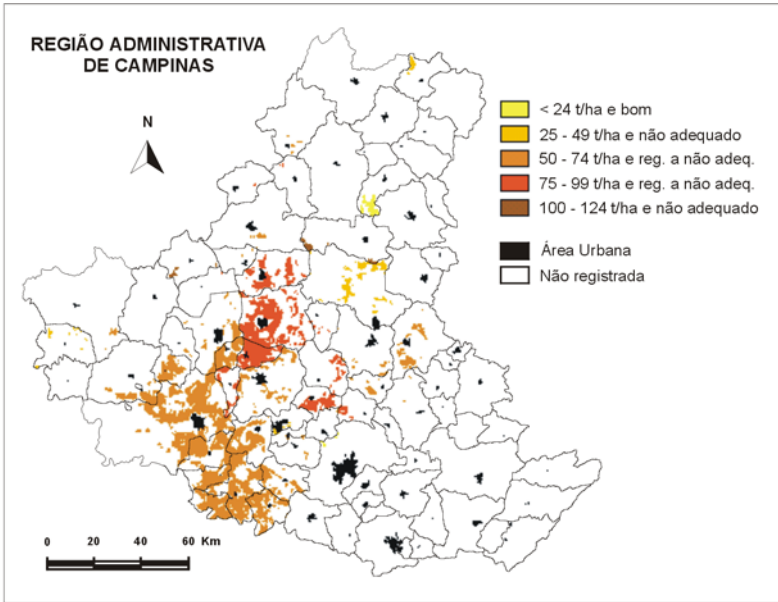


Figura 17 - Cartograma da relação da classe de potencial agrícola do solo predominante por classe de produtividade da cana-de-açúcar, por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980.

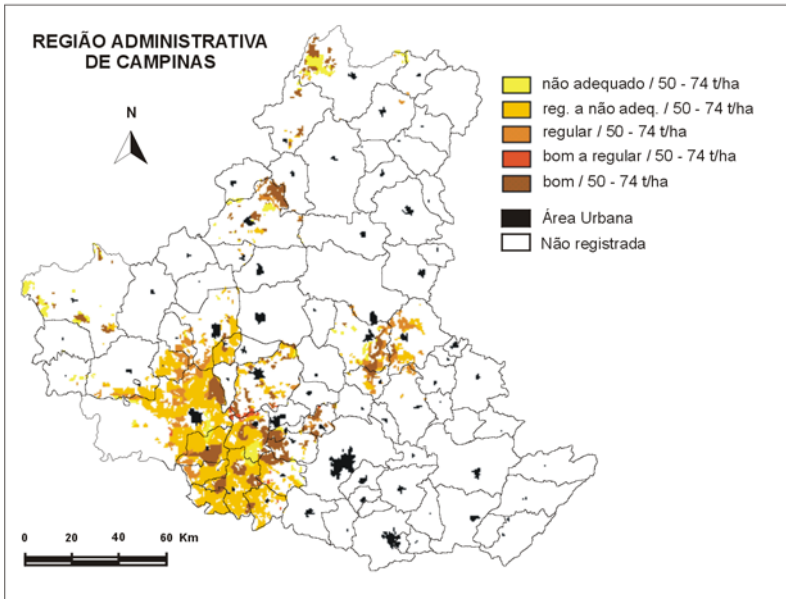


Figura 18 - Cartograma da relação da classe de produtividade da cana-de-açúcar predominante por classe de potencial agrícola do solo, por município, na Região Administrativa de Campinas, 1980.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. - Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. *Série Teses e Monografias*, São Paulo, n. 14, 1974, 99p.
- BERTIN, J. *Semiologie Graphique: les Diagrammes, les Réseaux, les Cartes*. 1a. ed., Paris, Gauthier-Villars, 1967, 380 p.
- DINIZ, J.A.F. – *Geografia da Agricultura*. Difel, São Paulo, 1984, 278 p.
- GERARDI, L.H.O.; TEIXEIRA, A.L.A. & FERREIRA, M.C. - Tratamento de dados sócio-econômicos em SIG's. *Geografia*, Rio Claro, AGETEO, 16(1):37-52, abril 1991.
- \_\_\_\_\_. & SILVA, B.C.N. – *Quantificação em Geografia*. Difel, São Paulo, 1981, 161 p.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO - *Atlas Regional do Estado de São Paulo*, São Paulo, 1978.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – *Censo Agropecuário, 1980*.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO – *Carta de Utilização da Terra do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1980.
- MAYER, O.S. - *A rugosidade topográfica na Região Administrativa de Campinas*. Dissertação de mestrado, IGCE/UNESP, Rio Claro, 1982.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA – Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. *Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas*. Rio de Janeiro, 1960, p. 605.
- SANCHEZ, M.C. - A problemática dos intervalos de classe na elaboração de cartogramas. *Boletim de Geografia Teórica*, Rio Claro, AGETEO, 4:53-67, 1972.

## AGRADECIMENTOS

*Prof. Dr. Ailton Luchiari* (DCAIG/IGCE/UNESP), pela colaboração na operacionalização do sistema IDRISI e na análise dos dados.

*Eng. Agrônomo Antônio Carlos Cavalli* (IAC – Campinas), pela colaboração no mapa de solos.