
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**"ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES
TEMPORAIS DOS FRAGMENTOS DE
VEGETAÇÃO NO CENTRO
EXPERIMENTAL DO INSTITUTO
AGRONÔMICO, CAMPINAS, UTILIZANDO
TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO
E GEOPROCESSAMENTO".**

Eliseu Alves Teixeira Neto



Trabalho de Conclusão de Curso – TCC -
apresentado ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas da Universidade
Estadual Paulista - Campus de Rio Claro,
como parte dos requisitos para obtenção
do grau de Bacharel em Geografia.

Maio - 2009

“ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES TEMPORAIS DOS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NO CENTRO EXPERIMENTAL DO INSTITUTO AGRONÔMICO, CAMPINAS, UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO”.

Eliseu Alves Teixeira Neto

Orientador: Prof. Dr. Sergio dos Anjos

Co-orientador: PqC Eduardo José de Arruda Bertoni

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas
da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro,

Estado de São Paulo – Brasil

Maio/2009

551.4+ Teixeira Neto, Eliseu Alves
T266e Análise das alterações temporais dos fragmentos de
vegetação no centro experimental do Instituto Agrônomo,
Campinas, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e
geoprocessamento / Eliseu Alves Teixeira Neto. - Rio Claro:
[s.n.], 2009
f. 41: il., figs., tabs., mapas

Trabalho de conclusão (bacharelado – Geografia) –
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas

Orientador: Sergio dos Anjos

Co-orientador: José Eduardo de Arruda Bertoni

1. Geografia física – Aspectos ambientais. 2. Conserva-
ção. 3. Mudança do uso e ocupação do solo. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Agradecimentos

Agradeço antes de tudo a minha família, meus pais Eliseu Filho e Simone por todo amor, investimento e confiança e aos meus irmãos Euwaldo e Aline por todo o companheirismo.

A Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro, pela oportunidade concedida para a realização do curso de Bacharel em Geografia com ênfase em Análise Ambiental e Geoprocessamento.

Ao Instituto Agrônomo (IAC) pelo estágio concedido e por ter me oferecido todas as condições e apoio para a realização desse trabalho. Principalmente aos pesquisadores Wilson Barbosa (orientador do estágio) e José Eduardo de Arruda Berton (co-orientador desse trabalho) pelos ensinamentos, colaboração e amizade, que tanto contribuíram para minha formação.

Ao professor Dr. Sergio dos Anjos, pela orientação e confiança na realização deste trabalho, proporcionando oportunidades valiosas de enriquecer o meu conhecimento científico.

A FUNDAÇÃO pela concessão da bolsa de estágio, a todos os professores e funcionários do IGCE, por todo ensinamento e ajuda. Principalmente a Professora. Dra. Solange Terezinha de Lima Guimarães, que contribui imensamente em minha formação com seus conhecimentos e “puxões de orelha” e também a Augusta e Geraldo da seção de graduação que sempre me atenderam com muita calma e paciência, ajudando a resolver qualquer problema que surgisse.

A todas as pessoas que moraram comigo durante essa jornada e contribuíram para meu crescimento pessoal: Marcel, Limão, Simão, Sufoco, Alana, Japonês, Baiano, Torrinha, Ana e Carla. E a duas pessoas em especial Leandro Jamerson (Mineiro) por toda ajuda ao longo desse trabalho e camaradagem nesses anos de faculdade e a meu primo Dr. Aloysio de Pádua Teixeira pelas conversas, ensinamentos, incentivo e principalmente amizade.

Aos grandes amigos que fiz em Rio Claro: Lucas, Francês, Pica, Vivian, Lia Salomão, Lia Chaer, Julia Stuart, Paulinha, Magda, Furinho, Malacú, Bianca, Marquinhos, Ramadã, Renata, Amanda, Thiago, Vini, Laura, Glaucia, Lindyce, Milena, Bia, Nati, Jane, Thaís, Chewbaquinha, Juliana, Chaveiro, Priscila, Rodolfo, Jerry, Sabrina, Pepino, Renatão, Mazinha e Rubinho.

A Alethea por todo apoio, amor, carinho e diversos momentos inesquecíveis, você me faz uma pessoa melhor minha flor.

Enfim, a todas as pessoas que participaram direta e indiretamente nesse trabalho e na minha vida.

Meras palavras não expressariam meu enorme agradecimento...

MUITO OBRIGADO

Sumário

Resumo	1
Abstract	2
1. Introdução	3
2. Objetivos	6
3. Revisão Bibliográfica	7
3.1 Geoprocessamento: Sistemas de Informações Geográficas (SIG)	7
3.2 Técnicas de Sensoriamento Remoto	8
3.3 Análise Interpretativa de Imagens	10
4. Material e Métodos	12
4.1 Caracterização da Área	12
4.1.1 Localização	12
4.1.2 Aspectos Climáticos	13
4.1.3 Áreas Vegetadas do Centro Experimental Central	13
4.1.4 Os Recursos Hídricos	14
4.1.5 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos	16
4.1.6 Os Tipos de Solos	17
4.2 Abordagem Metodológica	19
5. Resultados e Discussão	21
5.1 Cenário 1964: Imagem Aerofotográfica de 1964	22
5.2 Cenário 1972: Imagem Aerofotográfica de 1972	25
5.3 Cenário 2002: Imagem Aerofotográfica de 2002	28
5.4 Cenário 2006: Imagem Espacial de 2006	32
5.5 Discussão	35
6. Conclusões	36
7. Referencias Bibliográficas	37

Índice de figuras

Figura 1.	Mapas seqüenciais do desmatamento no Estado de São Paulo	4
Figura 2.	Localização do Centro Experimental de Campinas	12
Figura 3.	Mapa hidrográfico do Centro Experimental de Campinas	14
Figura 4.	Mapa de classes de declividade do Centro Experimental de Campinas	16
Figura 5.	Mapa de solos do Centro Experimental de Campinas	17
Figura 6.	Foto aérea do Centro Experimental de Campinas em 1964	23
Figura 7.	Mapa de vegetação do CEC 1964	24
Figura 8.	Foto aérea do Centro Experimental de Campinas em 1972	26
Figura 9.	Mapa de vegetação do CEC 1972	27
Figura 10.	Foto aérea do Centro Experimental de Campinas em 2002	30
Figura 11.	Mapa de vegetação do CEC 2002	31
Figura 12.	Imagem de satélite do Centro Experimental de Campinas em 2006	33
Figura 13.	Mapa de vegetação do CEC 2006	34

Índice de Tabelas

Tabela 1.	Área vegetada no CEC em 1964	22
Tabela 2.	Área vegetada no CEC em 1972	25
Tabela 3.	Área vegetada no CEC em 2002	29
Tabela 4.	Área vegetada no CEC em 2006	32

Resumo

O presente estudo tem como objetivo principal realizar um levantamento temporal das áreas de vegetação no Centro Experimental de Campinas (CEC), uma fazenda de propriedade do Instituto Agrônômico (IAC), a partir de técnicas de geoprocessamento e fotointerpretação. O local de estudo situa-se no município de Campinas - SP, e a área em questão foi escolhida por estar situada dentro de uma propriedade do estado e por apresentar uma grande mudança histórica no que diz respeito à vegetação. Também por que, apesar de ser um centro de experimentação agrícola, esse estudo demonstrara como num intervalo de quarenta anos a consciência ecológica muda radicalmente dentro do Centro. Para a realização deste trabalho, foram utilizadas fotografias aéreas digitais da fazenda dos vãos referentes aos anos de 1964, 1972 e 2002, todas de propriedade do acervo do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Conservação dos Solos do IAC. Além da foto de satélite da fazenda obtida no software Google Earth, com data de 2006. Analisando imagens e mapas, observou-se como a área vegetada aumentou no Centro Experimental de Campinas nesse intervalo de quarenta e dois anos, passando de 7,55% (52.383 ha) em 1964 para 34,13% (236,497 ha) da área total do centro em 2006. Também pode-se ver que hoje há uma preocupação muito grande com a manutenção e conservação dessas matas.

Palavras-Chave: Geoprocessamento; Conservação; Mudança do uso e ocupação do solo; Instituto Agrônômico (IAC).

Abstract

The aim of this study is to do a temporal survey of the vegetative areas in the Centro Experimental de Campinas (CEC), a farm that belongs to Instituto Agrônômico (IAC), using geoprocessing and photointerpretation techniques. The local of the study is in the city of Campinas – SP and the specific area was chosen because it is located inside a State property and it presents a great historical change related to vegetation. Also because despite being an agricultural experimentation center, this study will show how the ecological consciousness changes passed forty years in CEC. For this work were utilized digital aerial photographs of the farm taken during flights in the years of 1964, 1972 and 2002 and they all belong to the Geoprocessing Laboratory of the Center of Soils' conservation in IAC. It was also used a farm's satellite photo obtained through the software Google Earth, dated on 2006. Analyzing the pictures and maps it can be noted that the vegetative area has increased in the Centro Experimental de Campinas in the last forty-two years, going from 7,55% (52.383 ha) in 1964 to 34,13% (236,497 ha) of the total CEC's area in 2006. It can also be observed nowadays that that is a great concern with this flora's maintenance and conservation.

Key-Words: Geoprocessing, Conservation, Soil's use and occupation change, Instituto Agrônômico (IAC).

1. Introdução

Trabalhar com geoinformação significa, antes de mais nada, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Deste modo, o problema fundamental da Ciência da Geoinformação é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico. É costume dizer-se que Geoprocessamento é uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos.

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. O conceito de *desenvolvimento sustentado*, consagrado na Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazo (CÂMARA, 2001).

Após a revolução industrial, dado o grande desenvolvimento econômico, grandes áreas de vegetação natural foram e estão sendo substituídas por áreas urbanas ou agroecossistemas. Nas últimas décadas o modelo de desenvolvimento adotado no Brasil e, particularmente no estado de São Paulo, tem sido predatório aos recursos naturais, principalmente à cobertura natural, com conseqüências em todo o meio biótico (LEITÃO FILHO & AZEVEDO, 1989).

O Estado de São Paulo apresenta hoje cerca de 3 % de sua cobertura natural ocupada por florestas e diferentes fisionomias de cerrado, enquanto a estimativa de cobertura florestal original era de 81,8% (SÃO PAULO, 2005). Segundo o inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2005) a ocupação da vegetação natural no estado diminuiu em 36% em um período de 27 anos (1973-2000) (Figura 1).

Segundo o Atlas dos Remanescentes Florestais, elaborado pela Fundação SOS Mata Atlântica, em parceria com o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), em cinco anos a Região Metropolitana de Campinas (RMC), composta por 19 municípios, perdeu 28% de Mata Atlântica. Dos 12,5 mil hectares da vegetação natural existentes em 2000, restaram apenas 8,9 mil em 2005. Ressalte-se que Campinas possui, apenas, 1,96% de sua área coberta com remanescentes florestais. Nos últimos cinco anos, o município perdeu 462 hectares e, hoje, possui um dos menores índices de remanescentes florestais da RMC.

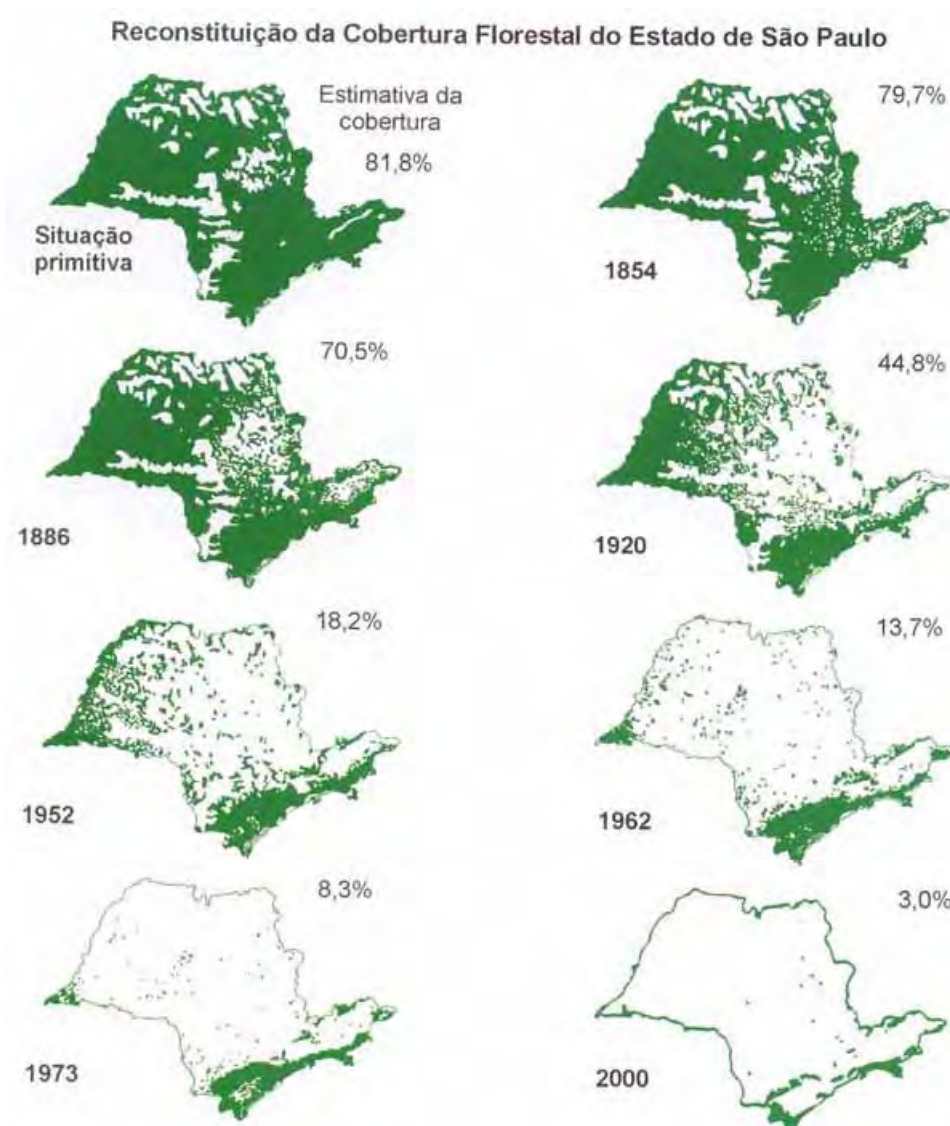


Figura 1. Mapas sequenciais do desmatamento no Estado de São Paulo (VICTOR, 1979 apud NEVES, 2007).

O Mapeamento de áreas naturais, com a utilização de sensoriamento remoto, tem sido uma das formas dos órgãos governamentais avaliarem e acompanharem a situação dos remanescentes de vegetação natural. No estado de São Paulo as principais iniciativas de utilização de sensores remotos para diagnóstico da vegetação natural se deu com fotografias aéreas pancromáticas, constituindo-se os primeiros inventários florestais com esta metodologia (BORGONOVÍ & CHIARINI, 1965).

O primeiro grande levantamento sistemático da cobertura vegetal no Brasil remonta à década de 1970, quando, com o intuito de conhecer principalmente a cartografia, a vegetação, a geologia e a natureza dos solos da Amazônia e do Nordeste brasileiros, teve início o Projeto Radam (junho de 1971), baseado em um método pouco convencional à época: o imageamento por radar de visada lateral (Side-Looking Airborne Radar – SLAR). Em julho de 1975, a responsabilidade pelo mapeamento integrado dos recursos naturais

passou a ser do projeto Radambrasil, que expandiu o levantamento de radar para o restante do território nacional (Allevato, 1979).

Segundo Nave (1999), a necessidade de se desenvolver metodologias que permitam a análise do mosaico florestal em grande escala, de forma mais rápida e eficaz levou à utilização de mapeamentos aéreos. Tais mapeamentos são regularmente realizados por instituições privadas ou de capital misto podendo servir para determinar o estado de conservação e condições hierárquicas em que as florestas se encontram (PEREIRA, 1999). Desta maneira, estudos anteriormente caros, dispendiosos e com alta demanda de mão-de-obra tornaram-se constantes, ágeis e com custos mais baixos possibilitando a produção de relatórios periódicos e a determinação da necessidade de intervenções de manejo na área a ser monitorada (DEGANUTTI, 2000).

Nesse contexto insere-se este trabalho que fez uma análise temporal das áreas vegetadas dentro do Centro Experimental Campinas (CEC), uma fazenda de propriedade do Instituto Agrônômico, utilizada para experimentação agrícola.

O Instituto Agrônômico (IAC) foi criado em 27 de junho de 1887, pelo então imperador Dom Pedro II, sob o nome de Imperial Estação Agrônômica de Campinas, visando a salvaguarda econômica do país, que era baseada no cultivo de gêneros agrícolas.

Em síntese, a Imperial Estação Agrônômica de Campinas foi fundada com os objetivos, mais ou menos específicos de: “atender a expectativa de solucionar os problemas técnicos da produção agrícola; resolver os problemas biológicos relativos às plantações; favorecer o acúmulo de capital dos produtores e preencher um vazio institucional e científico existente no país” (MELONI, 2004).

Para ampliar a área da Instituição, até então compreendida pela gleba de terra próxima à estação Ferroviária da Mogiana na Avenida Barão de Itapura (hoje sede administrativa da instituição), o governo estadual comprou a chácara Santa Elisa em 1912, a cerca de três mil metros de distância da Sede do IAC. Aos poucos foram sendo adquiridos outros lotes circundantes e em 1920, a área do Centro Experimental de Campinas (CEC) passou a ser conhecida como Fazenda Santa Elisa. Em 1942, com a compra de 180 alqueires da Fazenda Santa Genebra (435,60 hectares) e da fazenda Monjolinho, a área do Centro atingiria seu auge territorial, cerca de 800 hectares. Em virtude de uma série de doações de terras realizadas desde a década de 1950, o Centro conta hoje com uma área de aproximadamente 692 hectares (GRAZIANO, 2006).

2. Objetivos

Visando o desenvolvimento deste trabalho, o sensoriamento remoto e a fotointerpretação foram escolhidos por se tratarem de tecnologias que dão aparatos para se estudar uma área em diferentes épocas e gerarem resultados confiáveis.

A área em questão foi escolhida por estar situada dentro de uma propriedade do estado e por apresentar uma grande mudança histórica no que diz respeito à cobertura vegetal. Também por que, apesar de ser um centro de experimentação agrícola, esse estudo deverá indicar como num intervalo de quarenta anos a consciência ecológica muda radicalmente dentro do Instituto Agronômico, fazendo assim com que áreas antes usadas para experimentos hoje sejam voltadas a conservação.

O presente estudo tem como objetivo principal realizar um levantamento temporal quantificando as áreas de vegetação no Centro Experimental de Campinas (CEC) a partir de técnicas de geoprocessamento e fotointerpretação. Como objetivo secundário, visa também gerar mapas destacando as áreas vegetadas do CEC em diferentes épocas demonstrando assim como a preservação do meio ambiente vem aumentando ao longo do tempo dentro do Instituto Agronômico.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Geoprocessamento: Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; Isto impedia uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo, na segunda metade do século passado, da tecnologia de informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do geoprocessamento (CÂMARA, 2001).

Segundo Rodrigues (1993), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias direcionadas para a coleta e o tratamento das informações espaciais. Ele disponibiliza ferramentas, recursos e dados para que analistas possam determinar a evolução temporal e espacial de um determinado fenômeno geográfico e sua inter-relação com outros. Para utilizá-lo, é preciso que os conceitos das disciplinas sejam transformados em representações computacionais. Essas ferramentas computacionais são denominadas Sistemas de Informações Geográficas (ou mais comumente, SIG) e permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um sistema computacional que executa tarefas referentes a importação, armazenamento, análise e apresentação de dados geográficos. Existem muitos sistemas homônimos que se diferenciam quanto aos caminhos e operações que realizam (EASTMAN, 1995).

O potencial de integração das informações derivadas dos dados de sensoriamento remoto no SIG foi identificado há, aproximadamente três décadas atrás (GARRISSON *ET ALII*, 1965 in COLWELL, 1983). Nos anos subseqüentes, o avanço dos SIG foi particularmente focado no que se refere à entrada de dados de mapas temáticos e cartográficos e a integração destes como dados remotamente sensoriados. De qualquer forma, a principal característica do SIG é a combinação de grande quantidade de dados georreferenciados. Para realizar esta tarefa, associada ao SIG, foram desenvolvidos sistemas para entrada de dados de diversas fontes, como mesas digitalizadoras (dados temáticos e cartográficos), o GPS – *Global Positioning System* (dados de campo) e

módulos de processamento digital de imagens (dados de sensores remotos). O crescente desenvolvimento da informática, e a disseminação dos computadores pessoais, vem tornando o SIG uma ferramenta cada vez mais importante para os estudos de meio ambiente (MESQUITA Jr. 1998).

Segundo Câmara (1994) o conjunto de funções do geoprocessamento inclui:

_Análise Geográfica – mediante operações algébricas (adição, subtração, sobreposição e multiplicação de mapas ou exponencialmente e transformações logarítmicas), operações de distância, consulta a banco de dados, análise de vizinhança, dentre outras.

_Processamento Digital de Imagens – tratamento de imagens de satélite e de “scanners” através de técnicas de filtragem, análise de histograma, classificação supervisionada e não supervisionada, ale de outras.

_Produção Cartográfica - produção de cartas com recursos sofisticados de apresentação gráfica, permitindo a colocação de legendas, textos explicativos, etc.

_Modelagem Numérica de Terreno – ou modelo digital de elevação, que representa o relevo em uma estrutura matemática, que permite sua visualização em um formato bi ou tridimensional (MORETTI & TEIXEIRA, 1991 *in* ARAUJO, 1997).

3.2 Técnicas de Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto constitui uma ferramenta utilizada, entre outras aplicações, para identificar e quantificar a distribuição de regiões/áreas/objetos desde uma escala global até a local, sendo também utilizada para monitorar a cobertura de florestas na superfície terrestre (FREITAS & SHIMABUKURO, 2007).

Novo (1998), define sensoriamento remoto como a ciência que transforma dados de radiância obtidos das análises ambientais e florestais em informações visuais. Esta extração visual não se trata de uma atividade simples e sua complexidade aumenta com a adição de novos sensores.

Neste contexto, as imagens de satélite constituem-se em importante ferramenta, bem consolidadas, como fonte de dados espaços-temporais permitindo análises das mudanças ocorridas no uso do solo, ou seja, na forma como o espaço está sendo utilizado pelo homem.

Ao analisarmos um objeto, o processo de interpretação visual da imagem será baseado em princípios de análise que incluem métodos de detectar, identificar e medir este objeto observado a partir de uma perspectiva aérea ou orbital (NOVO, 1998).

Para se identificar ou reconhecer os objetos na superfície terrestre, sejam eles artificiais ou naturais, é preciso que estes objetos tenham assinaturas espectrais características de cada um, isso lhes permite serem registrados por dispositivos (sensores remotos) que operam em faixas especiais do espectro, tais como: região do visível, infravermelho refletido, microondas, etc. (VETTORAZZI & COUTO, 1992).

Para Steffen *et al.* (1996), sensoriamento remoto é um conjunto de técnicas relacionadas com a aquisição e análise de dados obtidos por sensores remotos. Tais sensores são em sua maioria sistemas óptico-eletrônicos capazes de detectar e registrar, sob forma de imagens, o fluxo de energia radiante que é refletido ou emitido por objetos da superfície terrestre. Esta técnica consiste, portanto, na extração de informações sobre alvos distantes (DEGANUTTI, 2000).

Segundo Pissarra (2002), sensoriamento remoto constitui-se uma tecnologia que registra dados sobre fenômenos ou objetos, sem haver contato físico entre eles. A energia ou radiação eletromagnética é a forma encontrada para a transferência de dados do objeto para o sensor e estes são coletados por sensores a bordo de plataformas, como aviões, radares e satélites.

Para Deganutti (2000), a vantagem em se utilizar o sensoriamento remoto está na facilidade em se visualizar grandes áreas de difícil acesso, atingindo também grandes altitudes e possibilitando a visão sinóptica da superfície terrestre. Vettorazi & Couto (1992) concluíram, ao analisarem imagens orbitais, que a utilização desse método reduz o trabalho de campo e aumenta a precisão do traçado dos limites de mapeamento.

Com o desenvolvimento tecnológico - científico, o sensoriamento remoto evoluiu rapidamente, sendo responsável, hoje, pela coleta de dados multitemáticos da superfície terrestre. Assim, o sensoriamento remoto tem despertado o interesse nos mais diversos ramos da pesquisa ambiental, onde, relacionadas ao planejamento ambiental está desenvolvendo ferramentas para o manejo e a conservação dos recursos naturais. O sensoriamento remoto constitui uma tecnologia adequada para este tipo de pesquisa, contribuindo, principalmente, na tomada de decisões para a elaboração de propostas de manejo ou gestão ambiental (TONIAL *et al.*, 2000).

Segundo Pissarra (2002), para se obter informações durante o processo de interpretação, tem-se que relacionar elementos básicos da superfície terrestre, além de se conhecer as características espectrais, espaciais e temporais da imagem registrada, sendo as informações de campo indispensáveis para este processo.

3.3 Análise Interpretativa de Imagens

Utilizando produtos como imagens de satélite, fotografias aéreas, mapas, banco de dados e aplicativos específicos, o geoprocessamento possibilita a manipulação de dados e análises de informações necessárias para a tomada de decisão rápida e eficaz, constituindo-se, portanto em um importante instrumento no planejamento de ações na área ambiental.

Entende-se por fotogrametria a ciência e arte de se obter produtos de confiança por meio de fotografias aéreas (MARCHETTI & GARCIA, 1977). Muito associada à fotogrametria está a fotointerpretação que descreve as características dos objetos/alvos que aparecem na fotografia aérea, determinando seu significado (ANDERSON & VERSTAPPEN, 1982). Marchetti & Garcia (1977) ainda afirmam que esses dois processos caminham unidos, uma vez que a fotogrametria exercita o fotointérprete à prática de fotointerpretação.

Oliveira & Perez Filho (1993) demonstraram que o uso de fotografias aéreas reduz consideravelmente os custos dos projetos, tendo em vista o ganho de tempo e a redução do trabalho de campo, podendo a técnica ser aplicada em qualquer região que possua um levantamento aerofotogramétrico disponível.

Utilizando-se de fotografias aéreas para estabelecer a evolução da cobertura vegetal natural com o passar dos anos, alguns autores descrevem que a destruição da cobertura vegetal natural do Estado de São Paulo pode ser visualizada através das fotografias aéreas (SÃO PAULO, 2005). Esta cobertura florestal natural era, no início do século XIX, em torno de 81,8% (SÃO PAULO, 2005).

Borgonovi & Chiarini (1965) descreveram o levantamento aerofotogramétrico do Estado de São Paulo em 1962 onde destacaram a formação dos biomas existentes na região com áreas de cobertura de cerrado (2,9%), cerradão (10,8%) e campo (1,7). Mais tarde, Borgonovi *et al.* (1967) refizeram o levantamento aerofotogramétrico do Estado, baseando-se nas fotografias aéreas de 1962, onde se distinguiu as diferentes categorias de vegetação nativa (cerrado, cerradão, campo cerrado, campo e capoeira) agrupadas como floresta natural, representando 13,7% da área total do Estado.

Seguindo a linha de pesquisa de Borgonovi *et al.* (1967), em 1974, Serra Filho apresentou um diagnóstico da cobertura vegetal natural também do Estado de São Paulo, utilizando o levantamento aerofotogramétrico do período de 1971-1973. O diagnóstico apresentava diferentes tipos de cobertura, sendo elas: mata (8,33%), cerrado (3,16%), cerradão (0,42%), campo cerrado (0,60%), campo (0,18%) e capoeira (4,99%) referentes à área total do Estado.

Por sua vez, trabalhos desenvolvidos por Kronka *et al.* (1993, 1998, 2002, 2003) e o Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2005), utilizando-se de levantamentos aerofotogramétricos, mostram a evolução da eliminação da cobertura vegetal natural do Estado de São Paulo, incluindo as fitofisionomias de florestas e cerrados. Os resultados destas pesquisas indicaram 5.035.070 hectares de área remanescente de vegetação natural para todo o estado. Muitas pesquisas estão sendo realizadas no meio científico através de sensoriamento remoto, diante da importância da identificação e mapeamento dos recursos naturais e do uso da superfície terrestre, principalmente no que diz respeito ao meio ambiente.

Pesquisas relacionadas a estes temas são necessárias para o desenvolvimento de projetos de proteção e recomposição de áreas vegetais naturais, auxiliando no manejo e na conservação do ecossistema estudado. Como se pôde observar, o Sensoriamento Remoto vem sendo adotado com eficiência na pesquisa e mapeamento de florestas nativas, Mata Atlântica e Cerrado, principalmente no Estado de São Paulo (NEVES, 2007).

4. Material e Métodos

4.1 Caracterização da Área

4.1.1 Localização

O Centro Experimental de Campinas localiza-se na porção oeste da cidade. O município situa-se na porção centro oeste do estado de São Paulo, a 674 metros de altitude, entre as latitudes 22°46'10''S a 23°03'11''S e as longitudes 46°50'19''W a 47°13'05'' W (Figura 2). Faz divisa com os municípios de Valinhos e Vinhedo a sudeste, Indaiatuba e Itupeva a sul, Monte Mor e Hortolândia a sudoeste, Sumaré a oeste, Paulínia a noroeste, Jaguariúna a norte, Pedreira a nordeste, Morungaba e Itatiba a leste. Ocupa uma área de 795,70 quilômetros quadrados. As principais rodovias que passam pelo município são: Anhanguera (SP-330), Bandeirantes (SP-348), D. Pedro I (SP-65), Adhemar de Barros (SP-340) e Santos Dumont (SP-75). Os rios que cortam ou margeiam o município são: Atibaia, Capivari, Jaguari e Capivari-Mirim. A população estimada em 2005 era de 1.045.706 habitantes (IBGE, 2006).

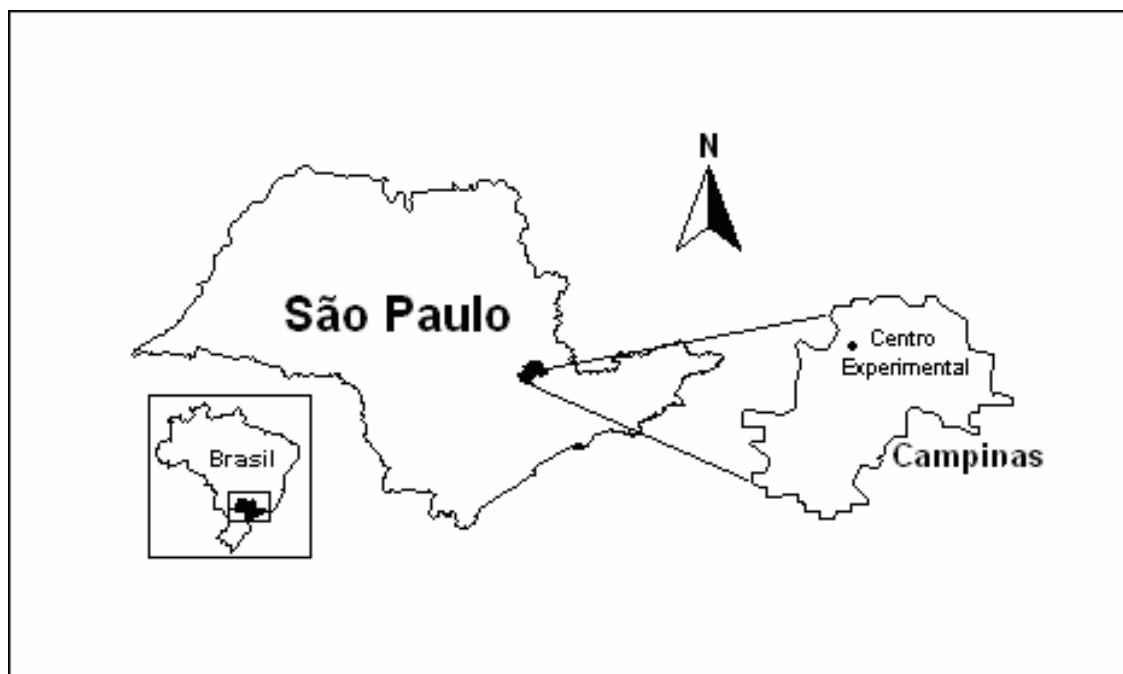


Figura 2. Localização do Centro Experimental de Campinas

4.1.2 Aspectos Climáticos

Os dados relativos as condições climáticas foram obtidos no posto meteorológico do Centro de Ecofisiologia e Biofísica, do Instituto Agrônomo (IAC). A distribuição pluvial segue o regime típico das zonas tropicais de baixa altitude, ou seja, verão chuvoso e inverno seco. Os dados médios de temperatura assinalam valores inferiores a 18^{OC} durante o inverno e superiores a 24^{OC} durante o verão, sendo junho o mês mais frio (17,1^{OC}) e janeiro o mais quente (23,1^{OC}). Os dados dos valores médios de temperatura do ar e da precipitação pluvial encontrados permitem identificar o clima, segundo o sistema de Köppen, como do tipo Cwa, ou seja, clima mesotérmico de inverno seco e precipitação média anual de 1.371mm e déficit hídrico anual na ordem de 50 mm.

4.1.3 Áreas Vegetadas do Centro Experimental de Campinas

No Centro Experimental de Campinas (CEC) podem ser encontrados alguns remanescentes da vegetação original, verdadeiros testemunhos da vegetação primária da região. Esse estudo dará enfoque às áreas de vegetação voltadas para conservação em detrimento das áreas vegetadas com finalidade de experimentação.

A mata Santa Elisa é um remanescente da Mata Atlântica que recobria parte da região de Campinas originalmente, ela pode ser caracterizada como Floresta Estacional Semidecídua, ou Floresta semidecídua de Planalto (EITEN, 1970) ou Matas de Planalto (LEITÃO FILHO, 1982) entre outras definições.

A área de contato entre Floresta Semidecídua/Savana e Paludosa/Savana, encontra-se bastante alterado, devido a uma série de situações que historicamente podem ser observadas, entre as principais estão as freqüentes queimadas, acidentais ou promovidas intencionalmente, que ocasionam perda de vegetação. Podem ser encontradas formações mais altas, onde existem espécies de maior porte, não tão ralas e também pode ser encontradas formações mais baixas e esparsas denominadas “campos” (GRAZIANO, 2006).

Com o propósito de colecionar espécies vegetais foi criado no Centro o Complexo Botânico Monjolinho (CBM), que constitui uma das maiores coleções do gênero no país, que conta com aproximadamente 7.000 indivíduos arbóreos, sendo aproximadamente 300 espécies de palmeiras e 2.000 de árvores. Tornando-se uma das mais importantes coleções da América do Sul. Atualmente no Centro podem ser encontradas diversas áreas onde estão

plantados os indivíduos da coleção. São considerados novos arboretos, constituintes do CBM (GRAZIANO, 2006).

4.1.4 Os Recursos Hídricos

O município está localizado no Planalto Paulista, situando-se entre duas bacias hidrográficas, a do rio Piracicaba, representada pela área de drenagem dos rios Atibaia e Jaguari, localizada na parcela norte do território, e a do rio Capivari, representado pela área de drenagem dos rios Capivari e Capivari-Mirim, na parcela sul.

Por sua vez o Centro Experimental de Campinas (CEC), se encontra na sub-bacia do rio Quilombo, em que os recursos hídricos naturais estão distribuídos de maneira bem uniforme. Podem constituir áreas de várzea ou de cursos d'água, de nascentes ou poços (Figura 3). Artificialmente foram criados poços artesianos, represas e outras situações que pudessem auxiliar tanto às atividades científicas quanto a produção agrícola do Centro. Atualmente, 12 % da área do CEC (84,50 hectares), são representadas por recursos hídricos.

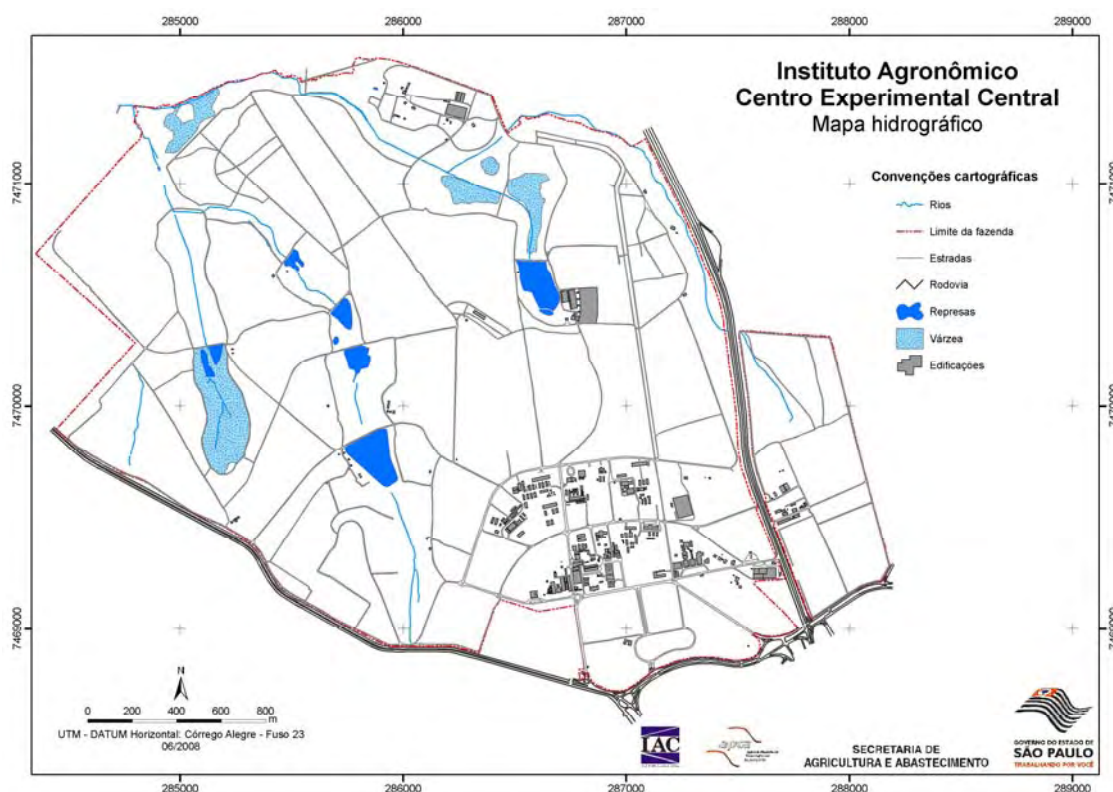


Figura 3. Mapa hidrográfico do Centro Experimental de Campinas

Graziano 2006, contando com a análise plani-altimétrica do CEC distinguiu quatro regiões de captação de água pluvial (Sub-bacias de Drenagem). A primeira região,

localizada na parcela noroeste do CEC, engloba a Várzea do Cerrado. Esta região tem suprimento constante de água proveniente de nascentes localizadas em diversos pontos do leito da várzea, algumas nascentes mapeadas e outras sem, necessariamente, uma posição fixa determinada.

A várzea conta com pontos de assoreamento, provocados pelo uso do solo em práticas agrícolas, ou por chuvas fortes que carregam sedimentos para o leito da mesma. O excesso de matéria orgânica e sedimentos presentes no leito úmido da Várzea possibilitam o desenvolvimento de diversas espécies de gramíneas.

A segunda região engloba as represas e canais onde está localizado o Complexo Botânico Monjolinho, essa região tem o suprimento de água proveniente das nascentes localizadas na Fazenda Chapadão, de propriedade do Exército Brasileiro. O curso d'água que alimenta as represas da fazenda passa sob a Rodovia dos Amarais, por um sistema convencional de canalização, pouco protegido. Uma vez dentro da área da fazenda são artificialmente formadas em seu curso quatro represas, que alimentam parte do sistema de irrigação dos campos de cultivo e das coleções botânicas, em especial, o próprio Complexo Monjolinho.

A terceira região engloba a várzea que se origina na represa da Conservação do Solo. Esta região tem como fonte hídrica principal as minas e poços existentes próximos à represa. Nesse local o suprimento hídrico não é elevado, o que impossibilita seu uso como fonte regular de irrigação dos campos de cultivo.

Os índices de contaminação e poluição dos cursos d'água (em especial da represa) são menores do que nas demais regiões, em virtude de sua localização protegida da proximidade do meio urbano.

A quarta região, localizada próxima a Mata Santa Elisa, constitui a Várzea da Floricultura e as nascentes localizadas a oeste da Rodovia General Milton Tavares de Lima (na porção norte/nordeste do CEC). Esta região é alimentada por diversas nascentes localizadas próximas ao edifício da floricultura (nascentes que foram unidas através de dreno em “espinha de peixe”, permitindo um controle maior do suprimento hídrico). Após a Rodovia General Milton Tavares de Lima existem diversas outras nascentes, ainda sem localização precisa, que também contribuem para a alimentação da Várzea.

4.1.5 Aspectos Geológicos e geomorfológicos

O município de Campinas situa-se em uma área de transição entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica Paulista. Ao norte e ao nordeste da bacia ocorre, predominantemente, relevo de colinas amplas, que se apresenta como uma superfície contínua e pouco dissecada, com inclinação em direção ao rio Atibaia. Ao leste encontra-se relevo de colinas médias e amplas, as quais se apresentam mais elevadas à medida que esse relevo é sustentado por rochas mais resistentes, o que caracteriza relevo de colinas e morrotes. Ao oeste, encontra-se o relevo de colinas amplas. Ao sul, encontram-se colinas pequenas e morrotes, que apresentam blocos rochosos esparsos por todo o terreno, que refletem o substrato gnáissico que os suporta. Ao longo da bacia, as planícies aluvionais apresentam, com raras exceções, superfícies reduzidas (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993).

Segundo o mapeamento geomorfológico de Campinas, realizado na escala 1:50.000 pelo IPT (1991) a região do CEC está localizada numa área onde predominam as colinas amplas, formas amplas e suaves, com vales acumulativos e abertos. Os perfis das vertentes nessa unidade de relevo são contínuos e retilíneos, com segmentos convexos e curtos em áreas de rochas intrusivas básicas. Possuem planícies de inundação bem desenvolvidas e alagáveis (Figura 4).

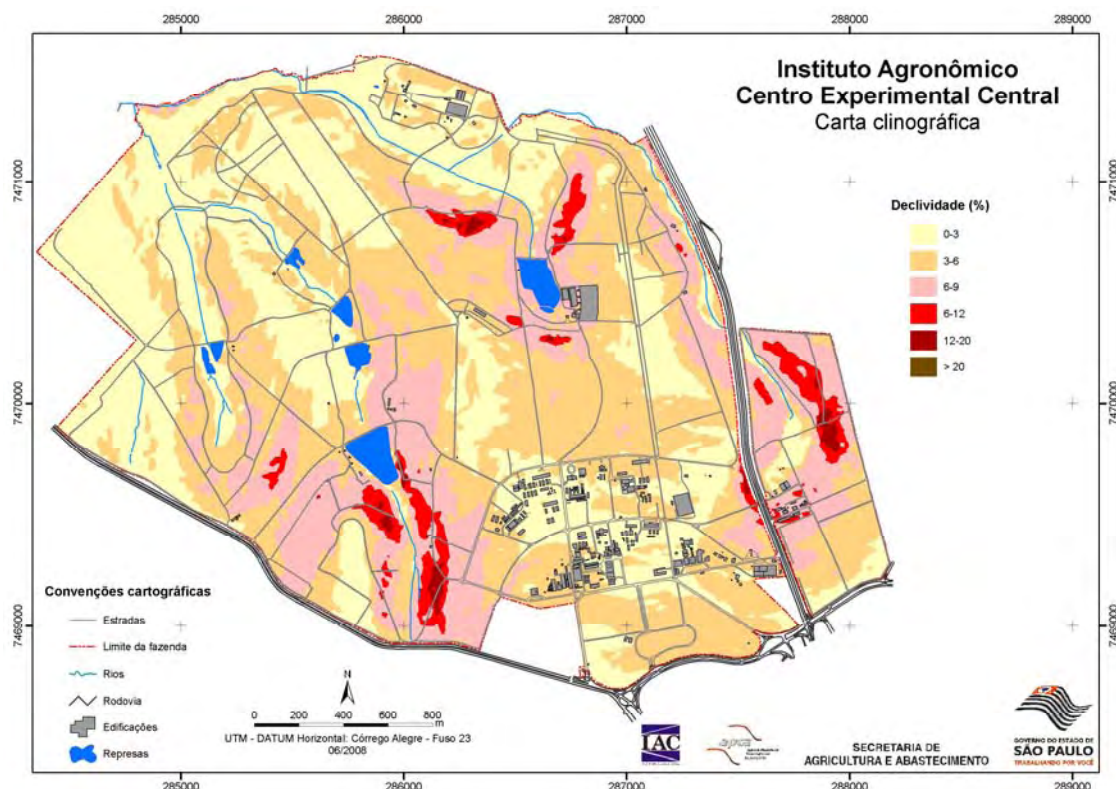


Figura 4. Mapa de classes de declividade do Centro Experimental de Campinas

De acordo com o Mapa Geológico do Estado de São Paulo do IPT (1981), a região do CEC compreende cinco unidades geológicas, sendo elas: Formação Itararé, Formação Eleutério, Formação Botucatu, Complexo Amparo e depósitos correlatos à Formação Rio Claro.

4.1.6 Os Tipos de Solos

Os solos apresentados neste trabalho distribuem-se em ordens dentro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). O Levantamento Pedológico da fazenda que foi utilizado nesse estudo foi desenvolvido pelo Centro de Solos e Estudos Agro-ambientais do IAC. No CEC, podem ser encontrados sete tipos distintos de solos (Figura 5).

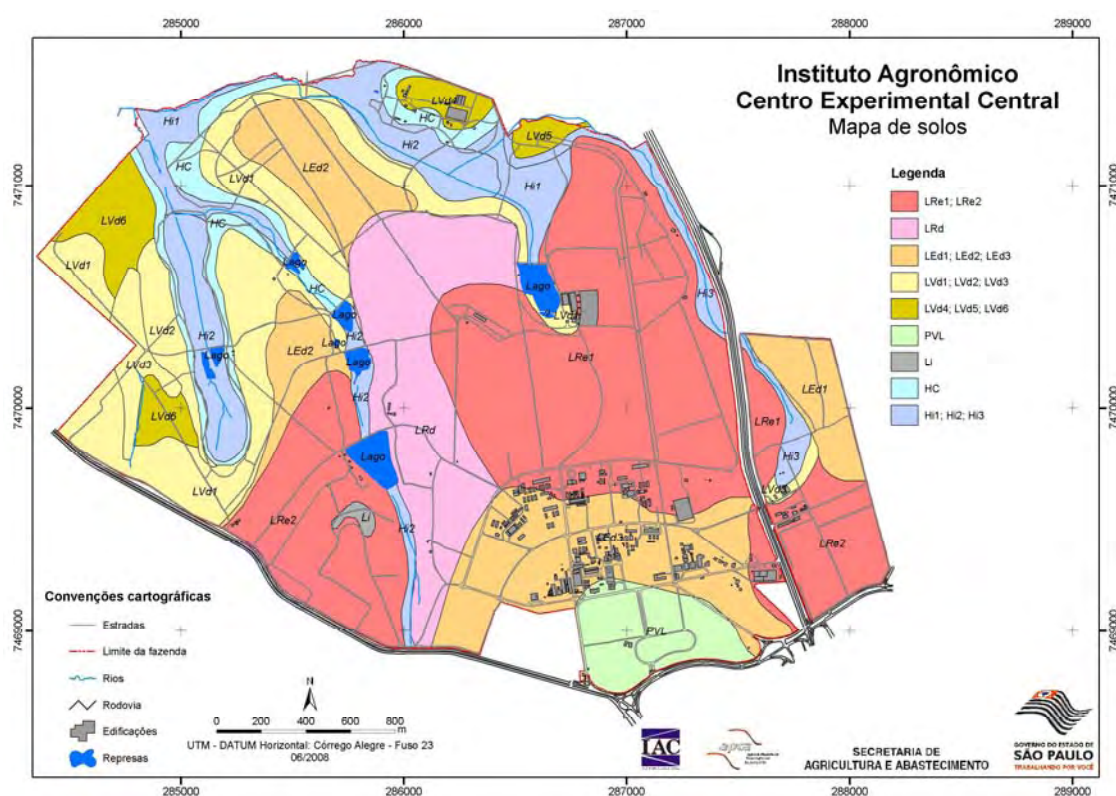


Figura 5. Mapa de solos do Centro Experimental de Campinas

Latossolos Vermelhos (LV)

São solos vermelho-escuros a vermelho-brunado-escuros, bastante homogêneos, muito profundos, com muito pouca diferenciação morfológica, física e química em profundidade. O horizonte superficial (horizonte A) desses solos tem cerca de 15 a 20 cm de espessura e coloração levemente mais escura que os horizontes situados abaixo dessa profundidade. A transição do horizonte superficial para o subsuperficial é bem gradual, de difícil percepção visual.

Latossolos Vermelho Amarelos (LVA)

São solos vermelho-amarelados (Unidade Mato Dentro) ou mais brunados/amarelados (Unidades Pálida e Mosqueada), muito profundos, com pequena a moderada diferenciação morfológica, física e química em profundidade. A transição do horizonte superficial (horizonte A), mais escuro, com 5 a 15 cm de espessura, para o horizonte subsuperficial (horizonte B), de coloração mais viva, é clara. O perfil desses solos tem elevada friabilidade, permeabilidade elevada (Unidade Mato Dentro) a média (Unidade Mosqueada), drenagem boa (Unidade Mato Dentro e Pálida) ou moderada (Unidade Mosqueada) e não apresenta impedimento físico aparente para a penetração de raízes.

Latossolo Vermelho férrico (LVf)

São solos vermelho escuros de tonalidades arroxeadas, bastante homogêneos, muito profundos, com muito pouca diferenciação em profundidade quanto a suas características morfológicas, físicas e químicas. O horizonte superficial (horizonte A) desses solos tem cerca de 15 a 20 cm de espessura e coloração levemente mais escura que os horizontes situados abaixo dessa profundidade. A transição do horizonte superficial para o subsuperficial é bem gradual, de difícil percepção visual.

Argissolos Vermelho-Amarelos latossólicos (PVA)

São solos vermelho-amarelados, muito profundos, com moderada diferenciação morfológica e física em profundidade. A transição entre os horizontes superficial (hor. A) e subsuperficial (hor. B), que ocorre em torno de 15 a 20 cm de profundidade é claramente visualizada, em função da coloração avermelhada mais viva em subsuperfície. Os teores de argila aumentam significativamente do horizonte A, de textura média, para o B, de textura argilosa. Esses solos têm consistência friável no horizonte superficial, friável a firme no horizonte B logo abaixo, que volta a ser friável em profundidade.

Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico (NVf)

Os NVf são solos avermelhado-escuros, de tonalidades arroxeadas, com morfologia relativamente homogênea em profundidade, com exceção da presença de estruturação em blocos, bem desenvolvida, blocos esses revestidos por películas de argila, o que caracteriza serosidade (superfícies reluzentes). Essa estruturação e serosidade se dão do limite entre horizontes A e B, em torno de 20-25 cm, até a profundidade de 100 cm, aproximadamente.

O horizonte com essa estruturação em blocos e menor friabilidade, contrasta com o horizonte abaixo dele (abaixo dos 100 cm), com friabilidade mais elevada.

Neossolo Litólico eutrófico (RLe)

Os RLe são solos rasos (espessura inferior a 50 cm), com horizonte A, superficial, de textura argilosa, diretamente sobreposto a rocha ou saprófito. Esses solos têm fertilidade elevada, mas pequenos afloramentos de rocha podem ocorrer a eles associados, o que torna grande sua limitação ao preparo mecanizado do solo para cultivo. Por sua pequena profundidade são solos com baixa tolerância à erosão, isto é, não podem sofrer processos erosivos intensos.

Gleissolos (G).

Gleissolos são solos que, tipicamente, ocorrem em várzeas e sofrem elevada influência do lençol freático. A cor, principalmente a do horizonte subsuperficial, é sua característica morfológica diferencial, já que esta se apresenta bem esmaecida, com variados tons de cinza, podendo ocorrer sutis composições do cinza com o verde ou com o azul.

4.2 Abordagem Metodológica

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas fotografias aéreas digitais da fazenda dos vãos referentes aos anos de 1964, 1972 e 2002, todas de propriedade do acervo do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Conservação dos Solos do IAC. Além da foto do satélite Iconos datada de 30 de agosto de 2006, disponível no software Google Earth.

Para a digitalização e interpretação das fotos, será utilizada o software AutoCAD Map 2008 e para confecção de textos e planilhas foram utilizados os softwares Word e Excel (Microsoft Office 2007).

Utilizou-se como base cartográfica a carta de imóvel rural georeferenciada da fazenda, disponível no Laboratório de Geoprocessamento do próprio Instituto Agrônômico e a Carta IGC SF-23-Y-A-V-4-NE-E escala 1:10000 do plano cartográfico do estado de São Paulo.

Utilizou-se o Sistema de Posicionamento Global – GPS, aparelho marca GARMIN GPSmap 60C, para encontrar as áreas ou bordas pré-determinadas nas fotografias aéreas e na foto de satélite, onde se realizou a estratificação dos fragmentos.

A análise interpretativa foi realizada no Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Agrônomo, identificando em primeiro momento as classes de cores e textura referente a cada tipo de vegetação e estágio de regeneração. Após esse primeiro trabalho em laboratório visitas ao campo foram realizadas durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2009, junto com o pesquisador do Instituto Agrônomo e coorientador desse trabalho José Eduardo de Arruda Bertoni, para a verificação das fisionomias existentes em cada área mapeada nas imagens.

5. Resultados e Discussão

Nas análises interpretativa das imagens aerofotogramétricas, a primeira constatação refere-se à presença de um padrão de imagem característico à vegetação nativa. Este padrão destaca-se dos demais pela textura grossa e tonalidade cinza escura para as fotografias aéreas dos anos de 1964 e 1972, sendo a tonalidade verde médio/escuro para a fotografia aérea dos anos de 2002 e 2006.

A interpretação das análises aerofotogramétricas junto à visitas ao campo permitiu, inicialmente, subdividir a vegetação encontrada, para todos os anos analisados, em duas classes fitofisionômicas principais: vegetação natural (classificada como floresta semidecídua, áreas de contato entre Floresta Semidecídua/Savana e Floresta Paludosa/Savana, pelo programa BIOTA da FAPESP) e reflorestamentos mistos com espécies nativas e exóticas (aqui classificadas como bosques e arboretos).

Segundo Santin (1999) a vegetação original do município de Campinas de acordo com os relatos de Saint-Hilaire (1940), no início do século passado, era composta por um mosaico de formações constituído predominantemente por florestas altas e densas, onde predominavam grandes árvores de troncos retilíneos, referidas historicamente como mato grosso. Era entremeada de formações não florestais, abertas e mais altas, onde predominavam árvores de médio e grande portes, de troncos mais tortuosos e suberosos, referidas como cerradão, ou, com árvores de pequeno porte ou arvoretas esparsas, referidas como cerrado. Ocorria também a vegetação de campos, com ausência de elementos lenhosos, constituída de vegetação herbácea, referidas como vegetação de campinas, que possivelmente tratava-se de um extremo de variação de fisionomia da formação de cerrado, o campo cerrado ou campo limpo.

A princípio, as informações obtidas nas imagens apresentaram as formações fitofisionômicas indicadas na literatura, citada no parágrafo anterior. Com o auxílio dos geoindicadores para as análises observou-se nestas figuras: solo exposto, estradas, campo aberto, reflorestamento e formações florestais nativas com fisionomias arbóreas e arbustivas, apresentando um dossel contínuo e descontínuo, com árvores emergentes e copas amplas e, em seu perímetro, formações arbóreas abertas com dossel descontínuo e campestres.

5.1 Cenário 1964: Imagem Aerofotográfica de 1964

Na foto de 1964 pode se notar como a atividade de experimentação agrícola era quase a única função do centro. Praticamente toda a área se encontrava parcelada para cultivo, em detrimento da vegetação natural, que apresentava 7,55% do total da fazenda e se resumia a Mata Santa Elisa (Floresta semidecídua, formação arbórea com dossel contínuo com 1,87%), poucos trechos de vegetação de contato Semidecídua/Savana em estágio inicial de regeneração, aparecendo em 1,43% da área e replantios classificados como bosques e arboretos espalhados principalmente na área urbana da fazenda servindo como quebra vento para a proteção dos centros, 4,25% (Tabela 1, Figura 7).

Tabela 1. Área Vegetada no CEC em 1964.

Vegetação	Dados – Foto 1964	
	Área (Ha)	Porcentagem
Bosques e Arboretos	29.450	4,25%
Floresta Semidecídua	13.024	1,87%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio primário de regeneração	0	0%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio secundário de regeneração	0	0%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio primário de regeneração	9.909	1,43%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio secundário de regeneração	0	0%
Campo úmido antrópico em estágio primário de regeneração	0	0%
Total	52.383	7,55%

A área de várzea da fazenda era usada para a cultura do arroz e o bosque que se vê ao lado era um experimento que visava uma maior produção de eucalipto (*Eucaliptus spp*) por hectare plantado. Havia apenas três lagoas que eram usadas para irrigação, e na área do entorno tanto das lagoas como da maioria dos cursos d'água e nascentes não havia nenhum tipo de vegetação.

A área urbana da fazenda era caracterizada por poucos centros de pesquisa e alguns barracões e estufas, todos bem agrupados. As estradas e caminhos ao longo da fazenda eram escassos havendo vários pontos onde não se era possível chegar de carro. A área de entorno era pouco ocupada, sendo que, quase não havia construções e é possível observar a presença de alguns fragmentos de mata no entorno, espalhados a oeste da fazenda. As avenidas ao redor ainda eram insipientes, sendo que a Rodovia Dom Pedro I (SP – 65), não existia. (Figura 6).



Figura 6. Foto aérea do Centro Experimental de Campinas em 1964

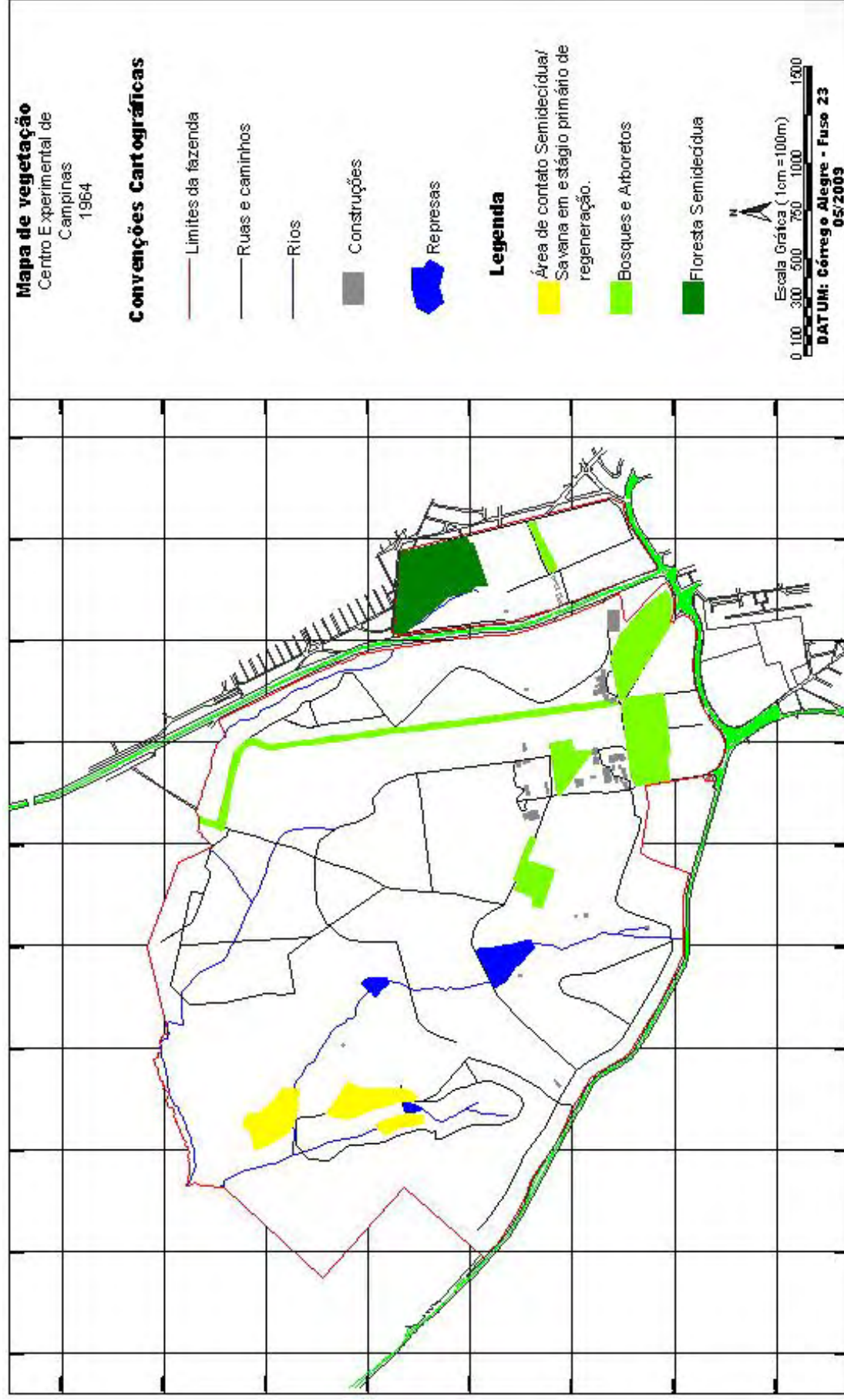


Figura 7. Mapa de vegetação do CEC 1964

5.2 Cenário 1972: Imagem Aerofotográfica de 1972

Ao analisarmos a fotografia de 1972 vemos que as áreas vegetadas começam a aumentar no Centro. A mata Santa Elisa expande-se um pouco, apresentando um crescimento de 0,6% e mais bosques e arboretos aparecem. A área de contato Floresta Semidecídua/Savana em estágio primário de regeneração aumenta consideravelmente, 7,11% no total. Aparece a primeira área de contato Floresta Semidecídua/Savana em estágio secundário de regeneração, ocupando modestos 0,18% do centro e também aparecem as primeiras áreas de contato entre Floresta Paludosa/Savana em estágio primário de regeneração ocupando 0.2% do centro, dividida em dois lotes (Tabela 2).

Tabela 2. Área vegetada no CEC em 1972.

Vegetação	Dados – Foto 1972	
	Área (Ha)	Porcentagem
Bosques e Arboretos	39,295	5.65%
Floresta Semidecídua	13,441	1.93%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio primário de regeneração	1,408	0.2%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio secundário de regeneração	0	0%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio primário de regeneração	59,202	8.54%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio secundário de regeneração	1,269	0.18%
Campo úmido antrópico em estágio primário de regeneração	0	0%
Total	114,615	16.5%

A área de várzea continua sendo utilizada para experimentação de arroz, e ainda aparece o experimento de eucalipto (*Eucalyptus spp*). Ao analisar a foto observa-se que mais uma lagoa é criada no meio de duas existentes anteriormente, e aparece pela primeira vez o Complexo Botânico Monjolinho, circundando a nova lagoa e apresentando suas primeiras coleções. Áreas vegetadas em estágio inicial de regeneração começam a aparecer

protegendo os recursos hídricos, cursos d'água e lagoas principalmente na porção noroeste da fazenda (Figura 8).

A área urbana da fazenda aumenta, com a construção de vários centros de pesquisa e estufas, espalhando-se mais e aumentando o número de ruas ao redor. As ruas e caminhos também aumentam em toda a fazenda facilitando o acesso a pontos em que antes apenas máquinas agrícolas chegavam. O entorno do Centro é ocupado pelos primeiros loteamentos, principalmente a leste e noroeste, as avenidas alargam-se e é possível visualizar a Rodovia Dom Pedro Primeiro (SP – 65) inaugurada no mesmo ano (Figura 9).



Figura 8. Foto aérea do Centro Experimental de Campinas em 1972

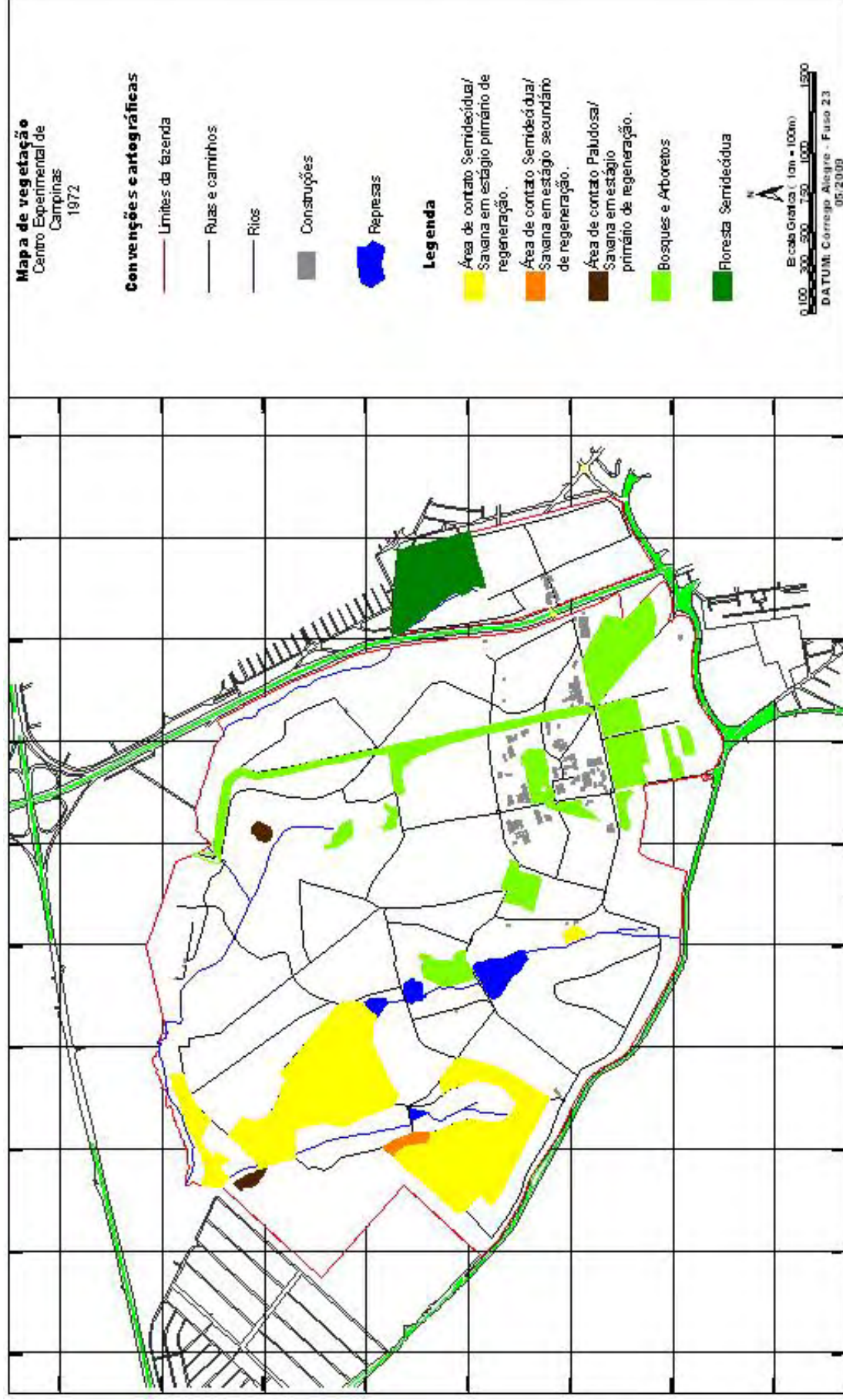


Figura 9. Mapa de vegetação do CEC 1972

5.3 Cenário 2002: Imagem Aerofotográfica de 2002

Passados trinta anos o Centro Experimental Central apresentou uma mudança significativa em todos os elementos, vegetação, área urbana, entorno.

A área vegetada cresce consideravelmente passando de 16.5% em 1972 para 34,02% do total da fazenda em 2002. A mata Santa Elisa apresenta um crescimento discreto de 0,35%, e os bosques e arboretos, com a consolidação do Complexo Botânico Monjolinho, aumenta 0,85%, mas o que se destaca é a área norte, ao fundo do centro, em que várias áreas antes usadas para experimentos foram abandonadas e apresentam agora diferentes fisionomias de vegetação e variados níveis de regeneração.

A área de contato Floresta Paludosa/Savana que antes só se apresentava em estágio primário de regeneração aparece agora em um estágio secundário, distribuída em três pequenos fragmentos dispostos nas áreas de várzea e a beira dos cursos d'água, totalizando 0,73% da propriedade, sendo que a mesma formação desaparece em seu estágio primário de regeneração.

A área de contato Floresta Semidecídua/Savana em estágio primário de regeneração aumenta 3,46% após ter englobado o antigo experimento com eucalipto (*Eucaliptus spp*) que foi cortado e abandonado na década de 90. Agora na área pode se observar uma formação campestre com espécies variadas, apresentando em geral indivíduos arbóreos arbustivos pioneiros.

A mesma vegetação em seu estágio secundário de regeneração apresenta o maior crescimento, passando de 0,18% em 1972 para 6,6% em 2002, sendo em grande parte, a vegetação em estágio primário de 1964 e 1972. Essa vegetação se apresenta agora com suas espécies pioneiras já atingindo de dez a dose metros de altura, com um dossel contínuo, mas fragmentado e um sub-bosque bem estabelecido com vários indivíduos secundários.

A área de várzea da fazenda, antes utilizada para experimentos de arroz, foi abandonada também na década de 90 e agora aparece entre as áreas vegetadas constituindo-se de um amplo campo úmido com vegetação arbustiva composta em sua maioria por pioneiras, classificado aqui como Campo Úmido Antrópico em estágio primário de regeneração. Com a construção de uma represa na área central da fazenda e a transposição do curso d'água do córrego Santa Elisa se formou outra área de várzea com as mesmas características da anterior, totalizando as duas 5,91% da área do centro (Tabela 3, Figura 11).

Tabela 3. Área vegetada no CEC em 2002

Vegetação	Dados – Foto 2002	
	Área (Ha)	Porcentagem
Bosques e Arboretos	45.080	6,5%
Floresta Semidecídua	15.855	2,28%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio primário de regeneração	0	0%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio secundário de regeneração	5.084	0,73%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio primário de regeneração	83.195	12%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio secundário de regeneração	45.373	6,6%
Campo úmido antrópico em estágio primário de regeneração	41.005	5,91%
Total	235.592	34,02%

A área construída da fazenda em 2002 conta com um grande crescimento, principalmente pela construção de centros mais isolados nas bordas e na parte central da fazenda. As ruas e caminhos também aumentam, chegando a todas as áreas da fazenda e em alguns trechos cortando a área vegetada. O entorno agora se apresenta todo ocupado por uma densa mancha urbana a leste e noroeste, ao norte começam a aparecer as primeiras indústrias na beira da rodovia Dom Pedro I (SP – 65), mantendo-se inalterada apenas o lado oeste onde se encontra uma fazenda de propriedade do Exército Brasileiro (Figura 10).



Figura 10. Foto aérea do Centro Experimental de Campinas em 2002

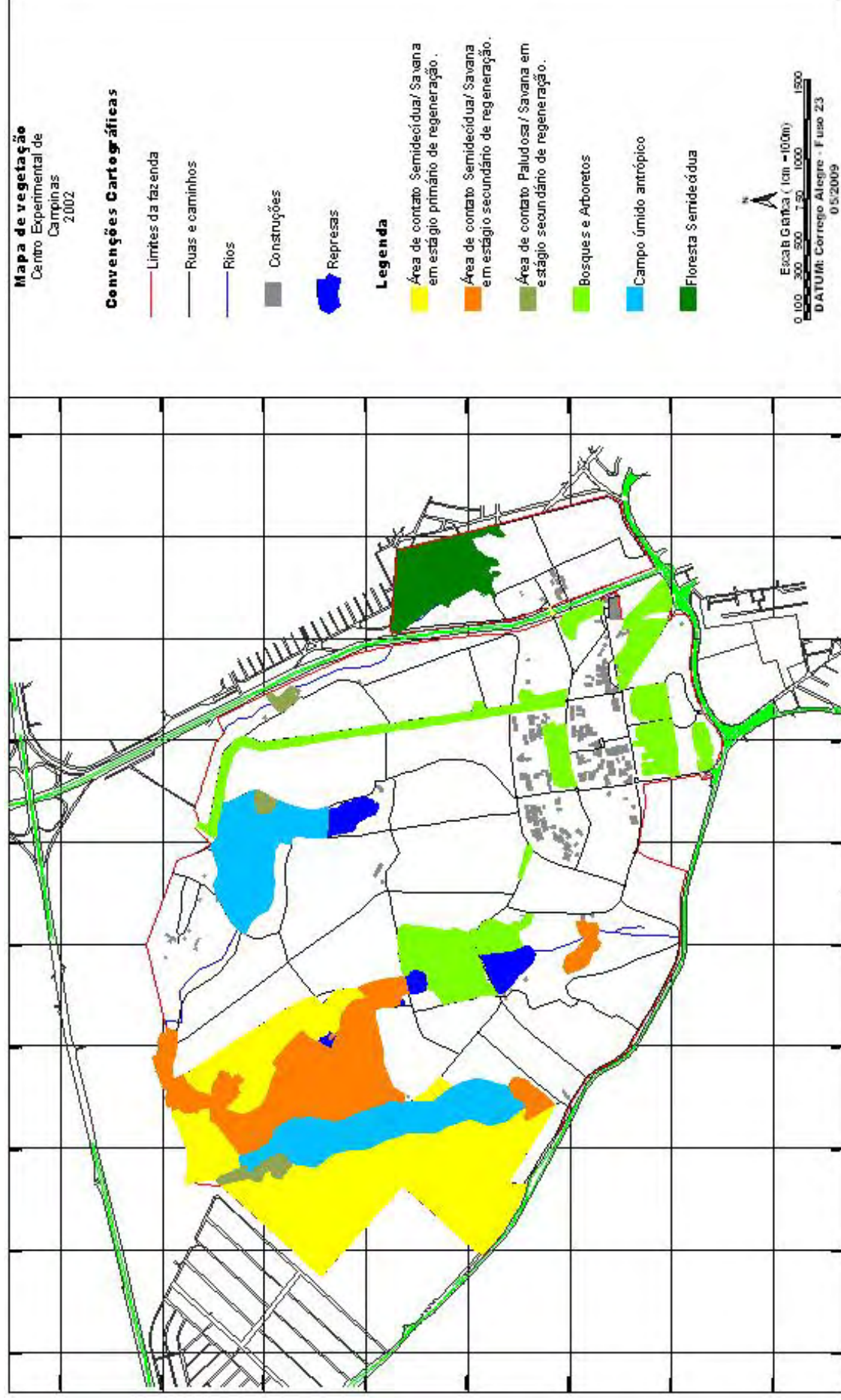


Figura 11. Mapa de vegetação do CEC 2002

5.4 Cenário 2006: Imagem Espacial de 2006

Nos quatro anos subsequentes a 2002, pouca coisa mudou na estrutura e ocupação das terras na fazenda. As áreas vegetadas expandiram-se em pequena escala, exceto a Floresta de contato Semidecídua/Savana em estágio inicial de regeneração que teve uma queda na porcentagem ocupada no centro devido a limpeza de um trecho para experimentação agrícola, baixando assim de 12% em 2002 para 9,84% do total da área da fazenda em 2006.

A Floresta Semidecídua aumentou 0,8% de sua área e os bosques e arboretos cresceram 1,46% devido às novas coleções plantadas no Complexo Botânico Monjolinho. Com ligeira expansão os fragmentos de Floresta Paludosa/Savana em estágio secundário de regeneração aumentaram 0,21% e a mesma formação em estágio primário de regeneração não voltaram a aparecer.

A Floresta Semidecídua/Savana em estágio secundário de regeneração avançou 0,13% devido ao adensamento de pequenas áreas antes em estágio inicial de regeneração e o Campo Úmido Antrópico passou de 5,91% em 2002 para 6,27% em 2006 (Tabela 4, Figura 13).

Tabela 4. Área vegetada no CEC em 2006.

Vegetação	Dados – Foto 2006	
	Área (Ha)	Porcentagem
Bosques e Arboretos	55.180	7,96%
Floresta Semidecídua	16.390	2,36%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio primário de regeneração	0	0%
Área de contato Paludosa/Savana em estágio secundário de regeneração	6.536	0,94%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio primário de regeneração	68.206	9,84%
Área de contato Semidecídua/Savana em estágio secundário de regeneração	46.678	6,73%
Campo úmido antrópico em estágio primário de regeneração	43.507	6,27%
Total	236.497	34,13%

A vegetação que aparece no centro da fazenda, ao lado da várzea e acima da nova

lagoa é um experimento com seringueiras (*Hevea brasiliensis*) que visa aumentar a quantidade de látex extraído por hectare plantado e, como o experimento com eucalipto (*Eucaliptus spp*), não entra na quantificação de áreas com vegetação nativa ou bosque e arboretos.

A área construída teve um leve aumento devido à construção de algumas estufas e as ruas e caminhos permaneceram quase inalterados. No entorno houve um leve adensamento das manchas urbanas e o aparecimento de algumas indústrias na divisa norte, ao lado da rodovia Dom Pedro I (SP – 65) (Figura 12).



Figura 12. Imagem de satélite do Centro Experimental de Campinas em 2006

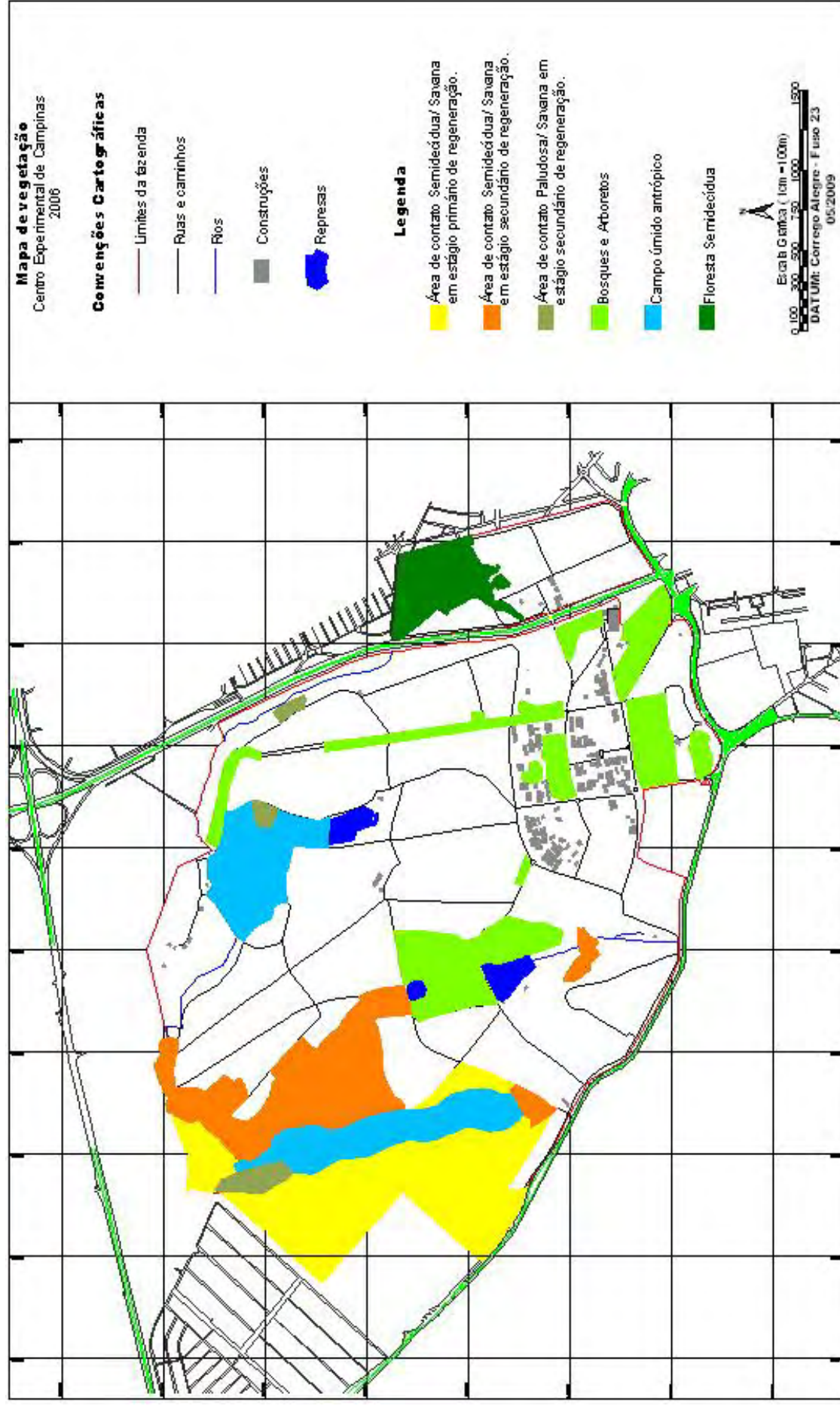


Figura 13. Mapa de vegetação do CEC 2006

5.5 Discussão

Analisando as quatro fotos e mapas, observou-se como a área vegetada voltada a conservação aumentou no Centro Experimental de Campinas nesse intervalo de quarenta e dois anos, passando de 7,55% em 1964 para 34,13% da área do centro em 2006.

A Floresta Semidecídua, que aparece desde a primeira foto, teve um crescimento de 3,366 ha, aumentando em 0,49% sua ocupação dentro da fazenda, apenas com a regeneração natural de áreas adjacentes. Formações como as de contato entre Florestas Semidecídua/Savana e Paludosa/Savana que nas duas primeiras fotos apareciam insipientes hoje estão bem estabelecidas, ocupando juntas 121,420 ha. A experimentação da cultura de arroz foi abandonada na área da várzea, fornecendo condições para que ocorresse uma regeneração natural e junto com outra área, que foi alagada depois da construção de uma represa, somam 43,507 ha de Campo Úmido. Em se tratando de bosques e arboretos, o Complexo Botânico Monjolinho merece destaque, pois este bosque apresenta coleções de espécies vegetais, tanto nativas quanto exóticas, várias delas em risco de extinção, o que formou um banco genético de grande valor para a conservação de tais indivíduos, além de, com sua localização, proteger as margens de três lagoas.

De forma geral todas as fitofisionomias descritas no texto e existentes na fazenda tiveram um considerável aumento em suas áreas fazendo com que um centro de pesquisas agrícolas, que antes era quase exclusivamente utilizada para experimentação, apresente hoje uma grande área destinada a conservação.

Tais áreas, principalmente na divisa norte da fazenda, estão envolvidas em um processo de criação de uma unidade de conservação na categoria de estação ecológica junto ao Instituto Florestal. Mesmo com a proposta em andamento algumas medidas já vêm sendo tomadas para adequar o Centro a essa nova realidade. O leito dos córregos vem sendo reflorestado e em breve toda a área de preservação permanente estará de acordo com a legislação. Este processo, assim que for aprovado e deferido, fará com que as áreas naturais tenham um maior aporte, tanto legal como financeiro, para sua conservação.

6. Conclusões

Como conclusão, depois de analisados os dados, em função dos resultados obtidos, apontam-se dois importantes pontos.

As técnicas de geoprocessamento utilizadas foram eficientes para auxiliar e facilitar o processo de análise necessário para atingir os objetivos desse trabalho. Ter o conhecimento das etapas pelas quais passaram os fragmentos florestais nativos através de sua evolução temporal registrada nas fotografias aéreas e na composição de imagens de satélite foi decisivo, junto com o trabalho de campo, para compreensão do estado atual em que se encontram estes fragmentos. As escalas as quais os registros aerofotogramétricos foram realizados foram suficientes para uma análise consistente das fitofisionomias. As fotografias aéreas foram importantes para uma visualização total dos fragmentos e por serem de baixo custo recomenda-se o uso destas para pesquisas de tal natureza;

As fotografias aéreas mostram características dos fragmentos, porém não apresentaram definições concretas, sendo indispensável o trabalho de campo. Esta ferramenta é, portanto, indicada para avaliações a nível fitofisionômico, desde que seja relacionada com outras técnicas para tal conclusão;

Apesar de diferentes intensidades de perturbações antrópicas na fazenda, as áreas de vegetação quando cessa a experimentação agrícola se regeneram e apresentam características de recuperação. Foram encontrados, na vegetação atual, mata remanescente, áreas em regeneração e bosques plantados. Dados estimados com visitas ao campo mostram que, se a preservação dos fragmentos persistirem, os mesmos serão capazes de abrigar uma flora e fauna homogênea e diversificada após um período de quinze a vinte anos.

A comparação dos resultados encontrados mostra que a evolução da vegetação apresenta diferentes fisionomias e que todas correspondem à descrição de autores que escreveram sobre a vegetação original da cidade de Campinas. Tais áreas estão em plena regeneração e com a criação da unidade de conservação a tendência é que formem um grande entrave de mata em meio urbano. Os recursos hídricos estão se beneficiando dessa regeneração e com o replantio que vem sendo realizado hoje logo todas as áreas de preservação permanente da fazenda estará de acordo com a legislação vigente.

De uma forma geral o Instituto Agrônômico vem fazendo da conservação da vegetação dentro do Centro Experimental de Campinas (CEC) uma de suas prioridades e trabalhando para que a propriedade seja um exemplo de referência para os demais produtores rurais no estado e mesmo no país.

7. Referencias Bibliográficas

ALLEVATO, S.R. Memória central do projeto Radambrasil. **Revista Brasileira De Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 31-36, 1979.

ARAUJO, M. H. S. **Diagnóstico de uso e aptidão agrícola das terras de Uma (BA) utilizando técnicas de geoprocessamento**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade de Campinas, Campinas, 1997.

BORGOVONI, M. & CHIARINI, J. V. Cobertura vegetal do estado de São Paulo – Levantamento por fotointerpretação das áreas cobertas com cerrado, cerradão e campo, em 1962. **Bragantia**, Instituto Agrônomo, 24(14): p. 159-172, 1965.

CÂMARA, G. **Anatomia de um SIG**. Fator GIS. Curitiba. nº 4. 1994.

CÂMARA, G.;DAVIS, C.;MONTEIRO A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**, 2001. Repositório da URLib: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 02/03/2009.

DEGANUTTI, R. **Inventário da cobertura vegetal das fazendas Lageado e Edgardia – Botucatu-SP, no período de 36 anos, com utilização de imagens aéreas**. 2000. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for windows user manual, version 1.0**. Clark University, Worcester, 1995.

EITEN, G. **A vegetação do estado de São Paulo**. Boletim do Instituto de Botânica 1970.

IAC, página: www.iac.sp.gov.br, múltiplos acessos em 2008 e 2009.

IBGE, página: www.ibge.org.br, múltiplos acessos em 2009.

FREITAS, S. R.; SHIMABUKURO, Y. E. **Diagnosticando florestas tropicais através do sensoriamento remoto** in Anais... XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis: INPE, p. 1671-1678, 2007.

GRAZIANO, A. T. **Jardim Botânico Santa Elisa: Um jardim botânico agrícola no Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) FAU, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP)**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 1993

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica, México, 1948.

KRONKA, F. J. N. *et al.*. **Inventário florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 1993.

KRONKA, F. J. N. *et al.*. **Identificação, mapeamento e quantificação de áreas de cobertura vegetal natural – Duraflora S.A.** São Paulo: Instituto Florestal, 1998. (Relatório de Serviço)

KRONKA, F. J. N. *et al.*. **Inventário florestal das áreas reflorestadas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 2002.

KRONKA, F. J. N. *et al.*. **Mapeamento de estágios sucessionais da vegetação de reserva da Copaíba e Reserva do Matão – Duratex S.A.** São Paulo: Instituto Florestal, 2003.

LEITÃO FILHO, H.F. **Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo, Silvicultura em São Paulo.** in: ANAIS CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982.

LEITÃO FILHO, H. F. & AZEVEDO, D. B. **Critérios gerais para a implantação de um parque ecológico.** Editora da Unicamp, Campinas, SP. 1989,

LOCH, C.; LAPOLLI, E. M. **Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática.** 2º ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 1989.

MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, J. J. **Princípio de fotogrametria e fotointerpretação.** São Paulo: Nobel, 1977.

MELONI, R. A. **Ciência e Produção Agrícola. A imperial estação agrônômica de Campinas 1887 – 1897.** Humanitas/FFLCH/USP, São Paulo, 2004.

MESQUITA JR, H. N. de. **Análise temporal do sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na gleba pé-de-gigante (Parque Estadual de Vassununga – SP).** 1998. Dissertação (Mestrado em Ecologia dos ecossistemas terrestres e aquáticos). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MORETTI, E & TEIXEIRA, A.L.A. **Formação de modelos digitais de elvação através de técnicas manuais de coleta de dados.** Geografia, Rio Claro, 16(1): 141-152. 1991.

NAVE, A. G. **Determinação de unidades ecológicas num fragmento de floresta nativa, com auxílio de sensoriamento remoto.** 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências/Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

NEVES, D. A. **Evolução temporal de fragmentos de vegetação nativa no município de Agudos – SP, utilizando fotografias aéreas.** 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2007.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard blücher, 1998.

PEREIRA, R.A. **Mapeamento e caracterização de fragmentos de vegetação arbórea e alocação de áreas preferenciais para sua interligação no Município de Viçosa-MG**. 1960. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

PISSARA, T.C.T. **Análise da bacia hidrográfica do córrego rico na sub-região de Jaboticabal-SP: comparação entre imagens TM-Landsat 5 e fotografias aéreas verticais**. 2002. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal)–Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

RODRIGUES, M. Geoprocessamento: Um Retrato Atual. **Fator GIS**. Ano 1, n. 2, p. 20-23, 1993.

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando à conservação**. 1999. Tese (Doutorado em Botânica), Instituto de Biologia, Unicamp, Campinas, 1999.

SÃO PAULO (ESTADO). **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal. Imprensa Oficial, 2005.

STEFFEN, C. A. *et al.*. **Técnicas radiométricas com spectron SE-590**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1., Salvador, 1996. Anais... São José dos Campos: INPE, 1996. p. 9-14.

TONIAL, T. M. *et al.* Caracterização preliminar de áreas de vegetação em microbacias da região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista de Pesquisa e Pós-Graduação*, Erechim, p.107-130, 2000.

VETTORAZZI, C. A.; COUTO, H. T. Z. do **Análise de exatidão de classificação em mapas de solo obtidos através da interpretação de imagens orbitais em duas escalas.**
In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6., Manaus, 1990.
Anais... São José dos Campos: INPE, 1990. p. 769-775.

Eliseu Alves Teixeira Neto

Dr. Sergio do Anjos