

Estação Ecológica de São Carlos, Brotas - SP

Análise e Zoneamento Ambiental





ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE SÃO CARLOS, BROTAS, SP. ANÁLISE E ZONEAMENTO AMBIENTAL

O tipo e a intensidade de perturbações que as formações florestais dos tipos floresta estacional semidecidual, cerrado e cerradão do estado de São Paulo estão sendo submetidas, em decorrência da ocupação e uso da terra relacionado à agricultura extensiva, retirada de madeira, urbanização, pastagens, etc, têm resultado na fragmentação progressiva da paisagem local e regional, transformando e reduzindo as áreas ocupadas por vegetação natural à condição de manchas florestais. A Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) localizada no Município de Brotas, SP, compreende um fragmento de floresta estacional semidecidual, com uma área de 75,26 ha, limitado por cultivo de cana-de-açúcar e pela Represa de Santana. Como uma das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo sem informações científicas disponíveis, foram realizadas a sua caracterização ambiental e do entorno imediato, associado ao conhecimento da sua florística e fitossociologia, para a proposição conceitual de seu zoneamento ambiental, como subsídio ao plano de manejo, na perspectiva da mesma cumprir minimamente sua função de conservação da biodiversidade. O uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG-IDRISI) foi fundamental para a caracterização ambiental da EESCAR e entorno imediato, disponibilizando um banco de dados georreferenciados da sua hidrografia, altimetria, declividade, pedologia, divisa de municípios, rede viária e cobertura do solo, na forma de cartas temáticas, bem como do zoneamento ambiental conceitual proposto. O estudo da florística e fitossociologia do estrato arbóreo permitiu a identificação de 97 espécies, distribuídas em 37 famílias, das quais Fabaceae e Meliaceae contribuíram com o maior número de espécies. Foi constatada a presença das espécies *Zanthoxylum riedelianum* Engl., *Trichilia hirta* L. e *Astronium fraxinifolium* Schott, que estão relacionadas na lista de espécies ameaçadas de extinção, na categoria “vulnerável”. Os resultados observados para a riqueza de famílias e de espécies da flora arbórea estudada, mostram-se bastante similares aos observados para outros fragmentos florestais do estado de São Paulo com a mesma tipologia. A definição e a implementação de um plano de manejo representa uma estratégia imprescindível para a manutenção e conservação dos recursos genéticos associados a EESCAR, em decorrência do comprometimento da sua qualidade ambiental pelo grau de ocupação agrícola do entorno.



Localização da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR)

A EESCAR está localizada na região centro-leste do Estado de São Paulo, no município de Brotas, entre as coordenadas geográficas 22° 05' e 22° 07' de latitude sul e 48° 00' e 48° 05' longitude oeste. É uma das poucas Unidades de Conservação (UC) que têm sua situação fundiária regularizada e sem moradores em suas delimitações. Foi criada pelo Decreto nº 26.890 de 12/03/1987, SP, com base no Decreto de Desapropriação nº 38.957 de 25/08/1961, ocupando uma área de 75,26 ha, e administrada pelo Instituto Florestal da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo. A EESCAR recebeu este nome em decorrência de em seu decreto de desapropriação constar que a mesma está situada no município e comarca de São Carlos. No entanto, as informações geográficas demonstram que a mesma está situada no município de Brotas (**Figura 1**).

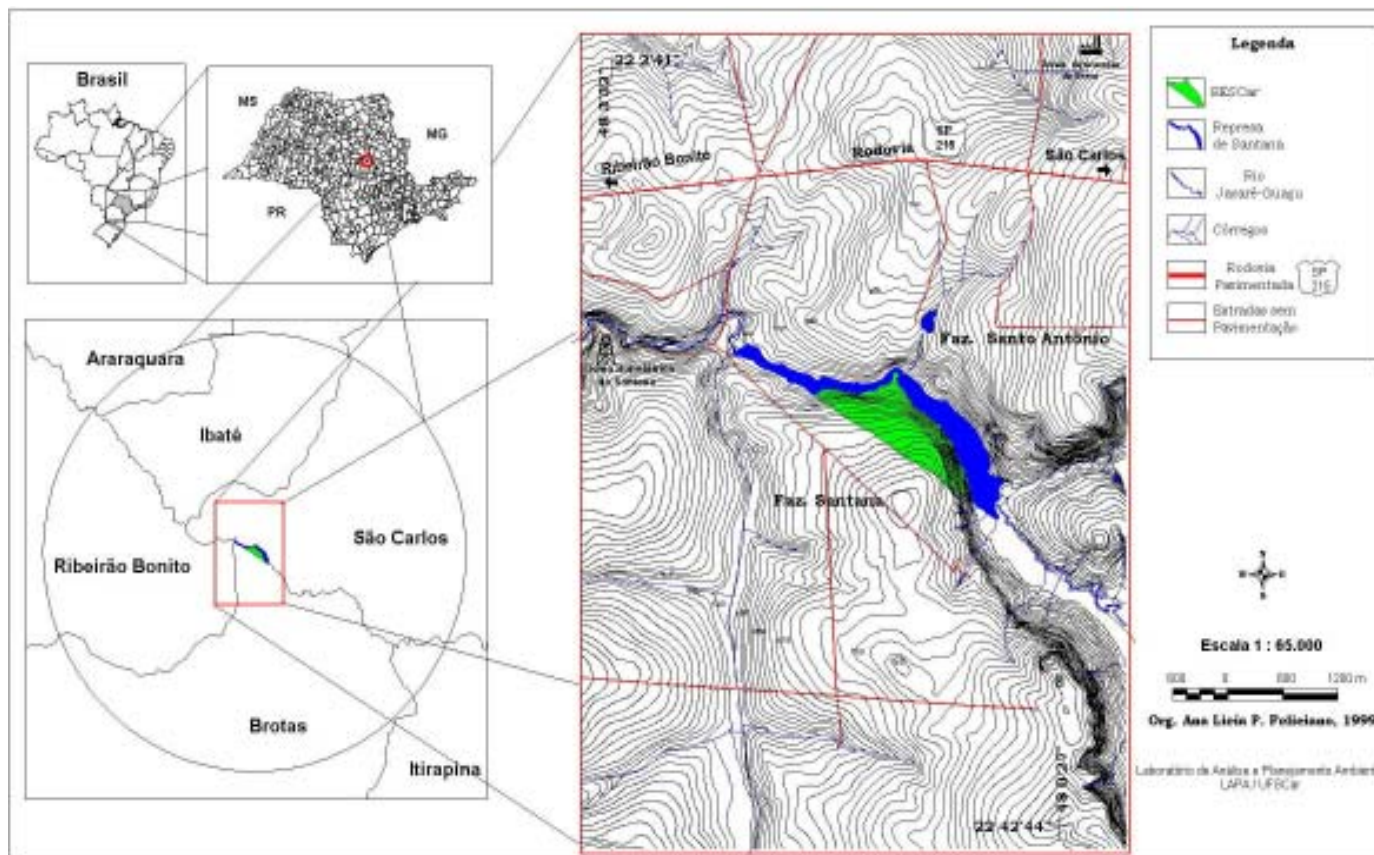


Figura 1:Localização geográfica da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP).

A EESCAR compreende um fragmento florestal com vegetação típica de floresta estacional semidecidual (**Figura 2**), limitada ao Norte pela Represa de Santana, pertencente à Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL (**Figura 3**), e pelo rio Jacaré-Guaçu na divisa entre os municípios de São Carlos e Brotas; ao Sul, pelo cultivo de cana-de-açúcar da Fazenda Santo Antônio, no município de Brotas; à Leste por pasto sujo e pelo rio Jacaré-Guaçu, e à Oeste por pasto sujo.



O clima da região é sub-quente úmido, com temperaturas elevadas no verão, temperaturas amenas no inverno e período seco igual ou inferior a três meses ao ano (NIMER, 1972).

As características e posição geográfica da EESCAR permitem que a mesma seja inserida no domínio de mares e morros florestados, com fortíssima e generalizada decomposição de rochas, densas drenagens perenes e extensa mamelonização (AB'SABER, 1969). A EESCAR também foi enquadrada na região de florestas de planalto (LEITÃO FILHO, 1982), em geral associadas a presença de cursos de água; ou também como uma formação estacional latifoliada ou mata mesófila semidecídua (RIZZINI, 1979); e ainda, como uma floresta estacional semidecidual submontana (VELOSO et al., 1991).



Figura 2: Vista aérea da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP).



Figura 3: Vista da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) em seu limite com a Represa de Santana.

Caracterização Ambiental da EESCAR

A caracterização ambiental da EESCAR e entorno imediato envolveu a elaboração, interpretação e análise de mapas temáticos relacionados às características estruturais da paisagem (hipsometria, clinografia, malha viária, hidrografia e uso da terra). A obtenção dos mesmos foi viabilizada pela digitalização das cartas planialtimétricas do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) do Estado de São Paulo, escala 1 : 10.000. O programa para digitalização, processamento, análise e edição dos mapas temáticos foi o SIG-IDRISI 2.0. Todas as imagens foram geradas em pixel 2 x 2 m, convertidas para o formato TIFF e importadas para o SIG/MAPINFO para a editoração final das mesmas.

HIPSOMETRIA, PERFIL TOPOGRÁFICO E CLINOGRRAFIA

A altitude da EESCAR varia de 600 a 692 m, enquanto que o entorno da mesma de 573 m a 780 m, com as cotas altimétricas equidistantes em 10 metros (**Figura 4**). A variação altimétrica na EESCAR pode ser visualizada no perfil transversal sentido norte – sul (**Figura 5**), no qual a altitude varia de 600 a 700 m num transecto de 667 m de extensão.

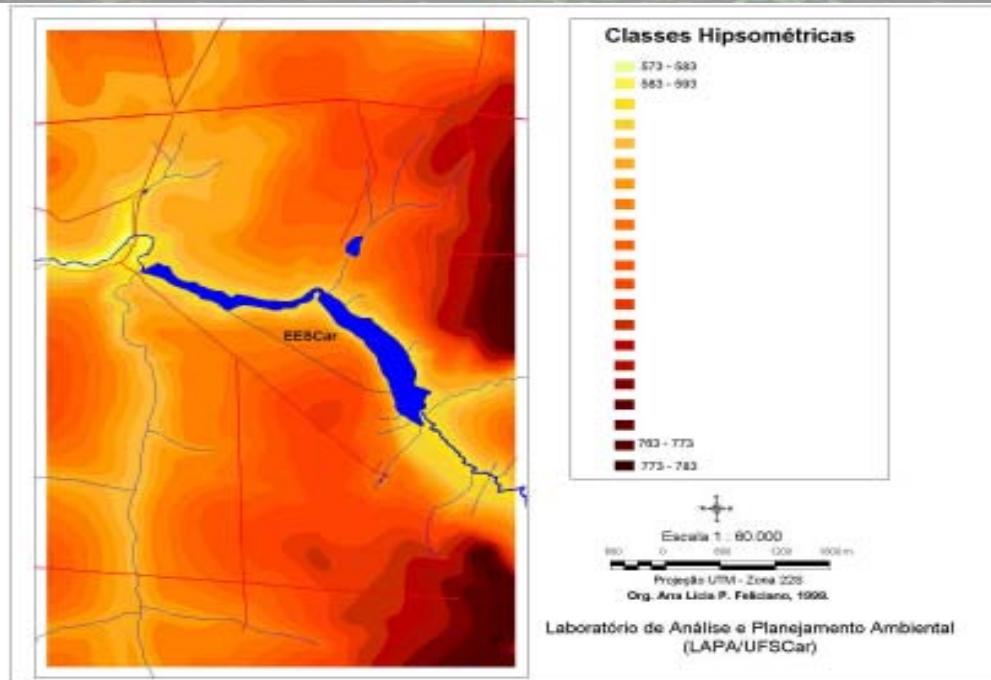


Figura 4: Classes hipsométricas da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.

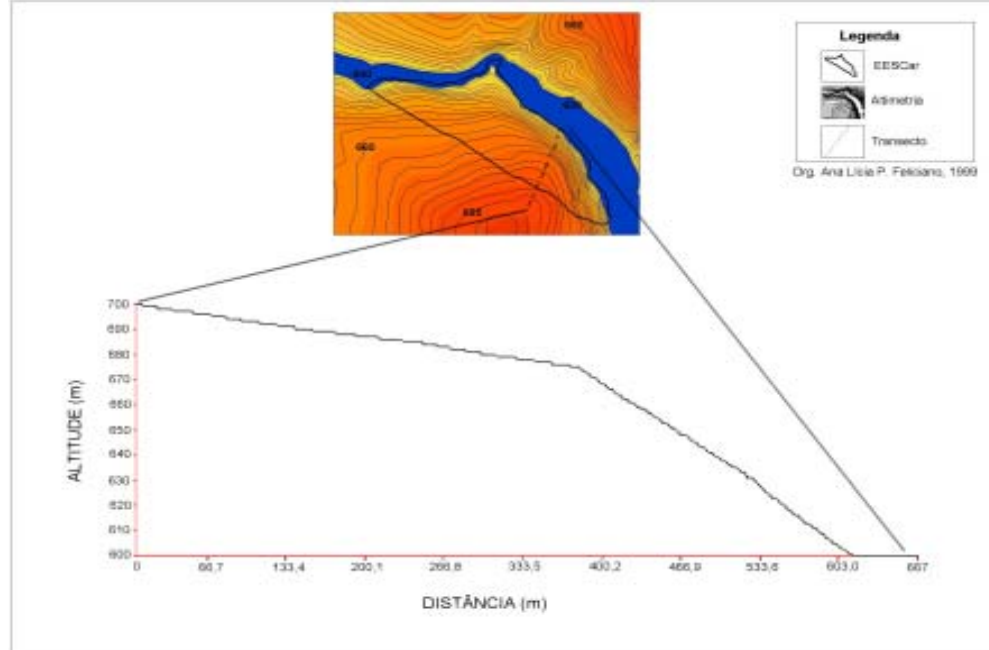


Figura 5: Perfil Topográfico da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



A carta clinográfica (**Figura 6**) apresenta os valores de declividade da EESCAR agrupados em 05 classes (**Tabela 1**), facilitando a análise ambiental quanto aos aspectos relacionados à erosão do solo e à proposta de zoneamento ambiental. A área compreendida entre 0 a 8°, correspondendo ao intervalo entre 0 a 14% de declividade, é caracterizada como plana ou de declive suave, ocupando cerca de 51,40 ha da área total da EESCAR. A área compreendida entre 8 a 18°, correspondendo ao intervalo entre 14 a 32,5% de declividade, varia desde muito inclinada ou colinosa à fortemente inclinada, e com acentuado escoamento superficial, ocupa 14,95 ha da EESCAR. A área compreendida entre 18 a 30°, correspondendo ao intervalo entre 32,5 a 57,7% de declividade, considerada íngreme e extremamente suscetível, ocupa 14,99 ha da EESCAR. A área situada entre 30 a 45°, com 57,7% a 100% de declividade, apresenta relevo muito íngreme, ocupando apenas 0,40 ha da área da EESCAR. Áreas com declividade acima de 45° são observadas apenas no entorno da EESCAR (**Tabela 1**).

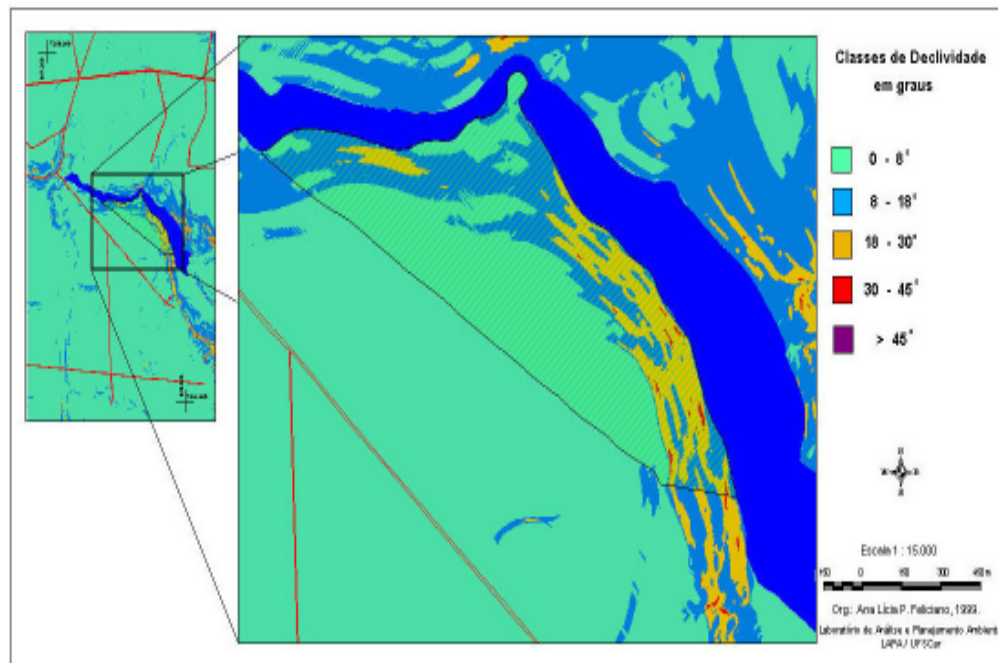


Figura 6: Carta clinográfica da área da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP).

Tabela 1: Valores de áreas (ha e %) em relação às classes de declividade da EESCAR e entorno imediato

Classes de Declividade	Área (ha) total de estudo	Área (%) total de estudo	Área (ha) da EESCAR
Classe 1 (0 - 8°)	3.613,46	90,33	51,40
Classe 2 (8 - 18°)	317,45	7,95	14,95
Classe 3 (18 - 30°)	62,78	1,57	14,99
Classe 4 (30 - 45°)	5,41	0,14	0,40
Classe 5 (> 45°)	0,90	0,02	—
Total	4.000,00	100,00	81,74 (*)

(*) Embora a área estabelecida para a EESCAR no decreto de criação seja de 75,26 ha, a área digitalizada neste trabalho correspondeu a 81,74 ha.

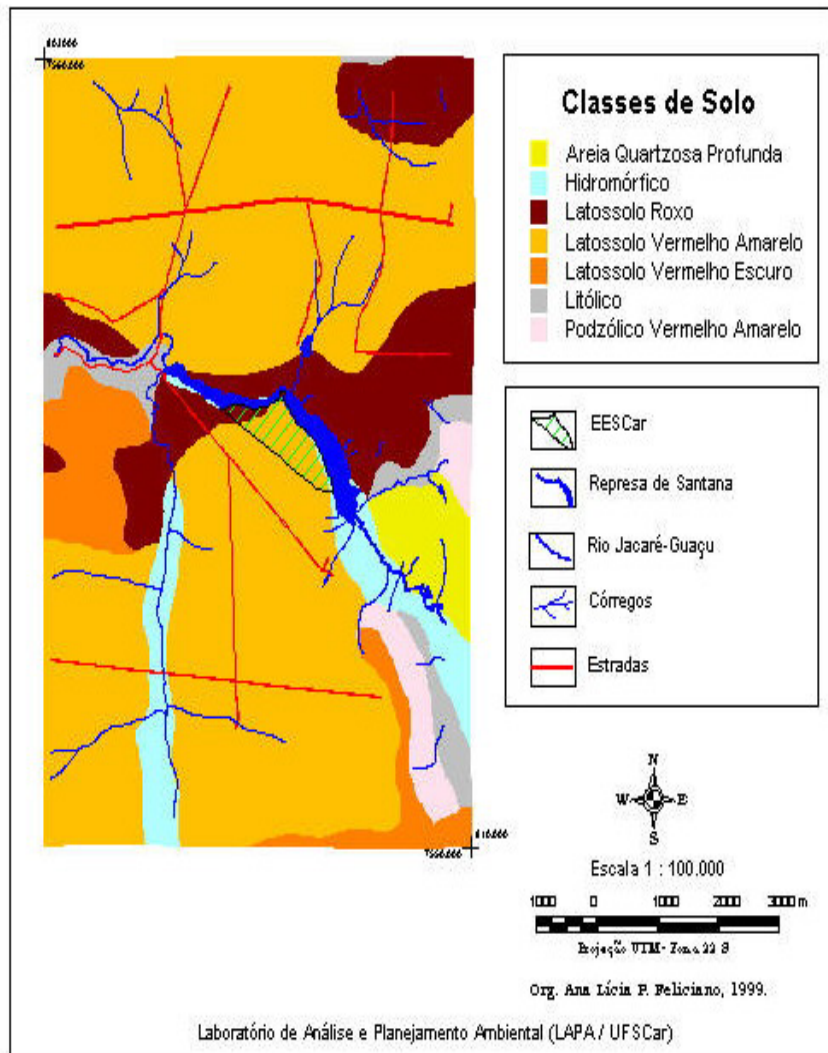


Figura 7: Classes de solo da da área da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP).

A declividade acentuada pode ser considerada um dos fatores responsáveis pela manutenção e integridade da vegetação na área da EESCAR, até hoje sem ter sido explorada, evitando a sua substituição pelo cultivo intensivo da cana-de-açúcar existente no entorno da mesma. O Art. 10 do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65) legisla esta condição, ao não permitir a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45°

PEDOLOGIA

A carta pedológica da EESCAR foi elaborada com base no Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo, Quadricula Brotas, na escala 1 : 100.000 (OLIVEIRA et al., 1981). Para a área da EESCAR e entorno imediato foram encontrados 07 tipos diferentes de solos (**Figura 7**): Latossolo Roxo (LR), Latossolo Vermelho-Escuro (LE), Latossolo Vermelho-Amarelo (LV), Podzólico Vermelho-Amarelo (PV), Areia Quartzosa Profunda (AQ), Solos Litólicos (Li) e Solos Hidromórficos (Hi). Na **Tabela 2** estão apresentadas as áreas ocupadas por cada um dos tipos de solos, com seus respectivos valores em hectares, para a área da EESCAR e do seu entorno imediato.

Na área da EESCAR foram encontrados Latossolo Vermelho-Amarelo com 69,01 ha, Latossolo Roxo, com 11,20 ha, e Solo Hidromórfico, gley pouco húmico e gley húmico, com 1,53 ha, observado no limite leste da EESCAR com a Represa de Santana. A maioria dos solos existentes na área (5.858 ha) onde está localizada a EESCAR é do tipo Latossolo (84,78%) (Tabela 2).

No entorno da EESCAR o Latossolo Vermelho-Amarelo constitui o tipo predominante de solo associado a áreas com relevo plano a suave ondulado ou com cultivo de cana-de-açúcar ou cerradão. O Latossolo Vermelho-Escuro e Roxo também aparecem associados ao cultivo da cana-de-açúcar, sendo este último encontrado na área da Fazenda Santo Antônio, em seu limite com a EESCAR.



Tabela 2: Áreas, em hectare e porcentagem, dos tipos de solo predominantes na EESCAR e seu entorno imediato.

Tipos de Solo	Área (ha) total de estudo	Área (%) total de estudo	Área (ha) EESCAR
Latossolo Roxo	947,0	13,71	11,20
Latossolo Vermelho-Escuro	432,0	6,25	—
Latossolo Vermelho-Amarelo	4.479,0	64,82	69,01
Podzólico Vermelho-Amarelo	126,0	1,82	—
Areias Quartzosas	214,0	3,10	—
Solos Litólicos	294,0	4,25	—
Solos Hidromórficos	418,0	6,05	1,53
Total	6.910,0	100,00	81,74 (*)

(*) Embora a área estabelecida para a EESCAR no decreto de criação seja de 75, 26 ha, a área digitalizada neste trabalho correspondeu a 81,74 ha.

MALHA VIÁRIA

A malha viária do entorno da EESCAR (**Figura 8**) está representada: pela Rodovia SP-215, que liga os municípios de São Carlos aos de Ribeirão Bonito e Dourado; pelas estradas não pavimentadas que dão acesso à área da EESCAR e à Usina Hidrelétrica de Santana; e pelas estradas de acesso ao canavial. Embora os traçados das estradas sem pavimentação não tenham sofrido alterações desde 1979, a expansão do plantio de cana-de-açúcar determinou o crescimento da malha viária de acesso ao mesmo, principalmente ao longo de toda borda limite da EESCAR, oposta a Represa de Santana. A maior densidade da malha viária proporciona maior efeito de borda na paisagem, associado ainda às possibilidades de incêndios na época da colheita da cana-de-açúcar, da ação dos pesticidas e dos agrotóxicos utilizados nas práticas agrícola, em termos dos riscos potenciais à vegetação e à fauna existentes na EESCAR.

HIDROGRAFIA

Na hidrografia da área do entorno da EESCAR (**Figura 8**) estão representados: o rio Jacaré-Guaçu, que estabelece a divisa entre os municípios de São Carlos e Brotas, contemplando, no local de estudo um perímetro de 12,7 Km; a Represa de Santana, com uma área 75,69 ha, resultante do represamento das águas do rio Jacaré-Guaçu nos limites da EESCAR; e o Córrego da Rasteira ou de Santa Joana, que estabelece o limite entre os municípios de Brotas e de Ribeirão Bonito, totalizando na área de estudo 13,62 Km de extensão, junto com seus afluentes. Os demais córregos, sem referência nominal nas cartas planialtimétricas utilizadas, têm uma extensão total de 14,25 Km, e não drenam para o interior da EESCAR. As represas menores (açudes) ocupam uma área de 3,77 ha. O rio Jacaré-Guaçu constitui um dos afluentes do rio Tietê, e tem suas nascentes localizadas nos municípios de São Carlos (Ribeirão do Feijão) e de Itirapina (Ribeirão do Lobo). A bacia hidrográfica do rio Jacaré-Guaçu tem seus cursos d'água drenando terras de alto valor econômico, percurso no qual são intensamente utilizados para fins hidrelétricos; no abastecimento urbano e industrial; e ainda como corpos receptores de resíduos industriais, domésticos e de águas residuárias das usinas de cana-de-açúcar.

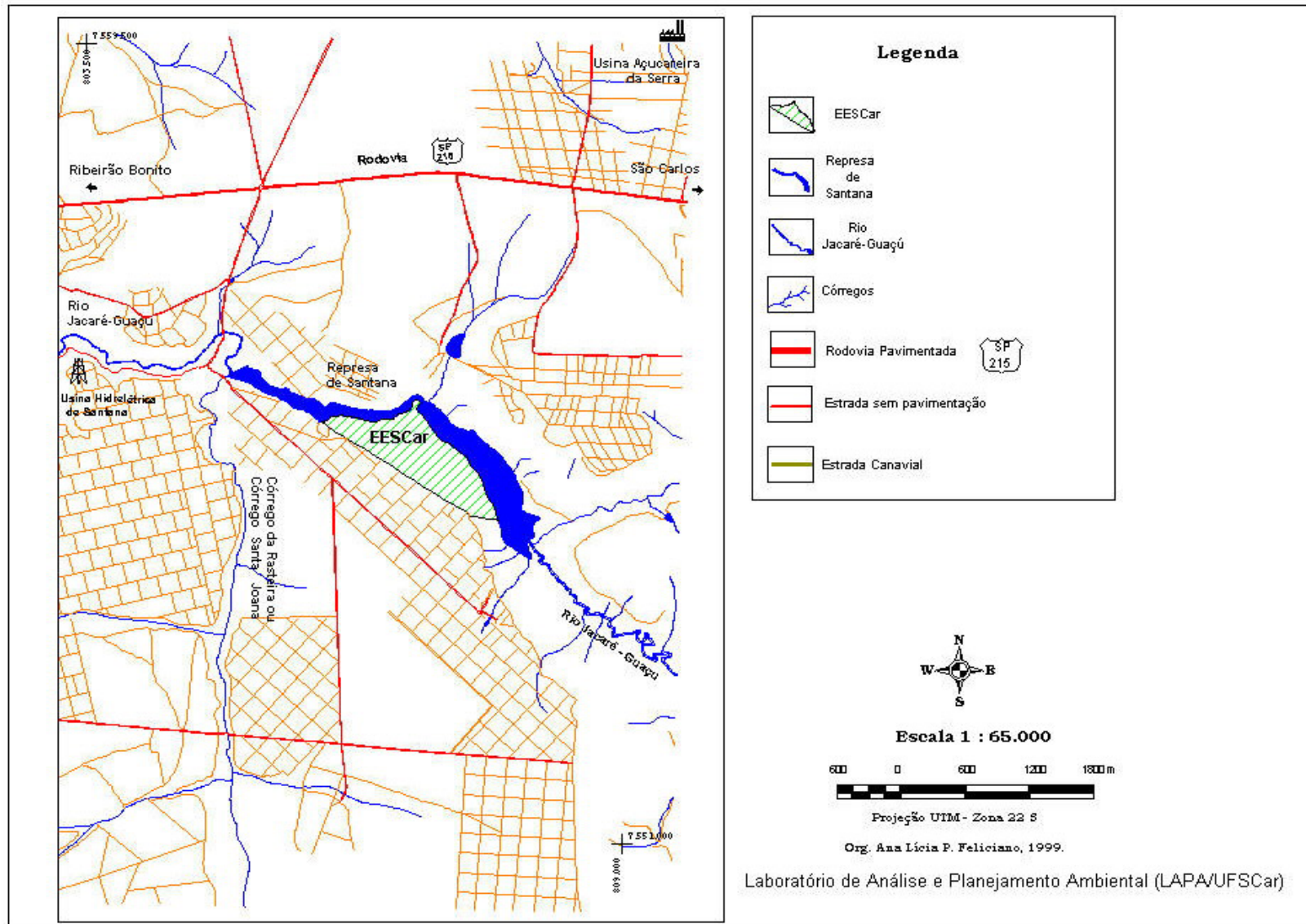


Figura 8: Malha viária e hidrografia da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP).



A quantidade de mata ciliar para os recursos hídricos presentes na área da EESCAR foi estimada com base na legislação vigente para as Áreas de Preservação Permanente (APPs), previstas no Código Florestal (Lei nº 4771/65) e na Resolução do CONAMA nº 004/85.

A existência de matas ciliares ao longo dos recursos hídricos contidos na área do entorno da EESCAR, tem importante significado ecológico na perspectiva de incrementar o número de habitats e fontes de alimentação, tanto para a fauna silvestre existente na UC e no entorno da mesma, como para a fauna aquática das represas, rios e córregos da região; para a manutenção da qualidade da água com maior disponibilidade de volume para consumo humano e uso agrícola, bem como, em assegurar a perenidade das fontes, das nascentes, e na proteção dos cursos d'água em decorrência dos impactos resultantes do uso de defensivos, corretivos e fertilizantes agrícolas, devido à agricultura intensiva no entorno dos mesmos. Para que estas funções ambientais sejam asseguradas, foi estimada a necessidade de 240,7 ha de mata ciliar considerando a distância de 30 m de cada margem do rio Jacaré-Guaçú e córregos, e 100 m das margens da Represa de Santana e demais represas existentes na área de estudo (**Figura 9**). Este tipo de vegetação na forma de Área de Preservação Permanente (APP) é extremamente importante como uma estratégia de aumentar o tamanho efetivo da área da EESCAR, diminuindo o seu isolamento na paisagem local, na qual a matriz principal é a cultura de cana-de-açúcar, possibilitando inclusive o estabelecimento de corredores migratórios para pequenos animais e a disseminação de pólen e propágulos.

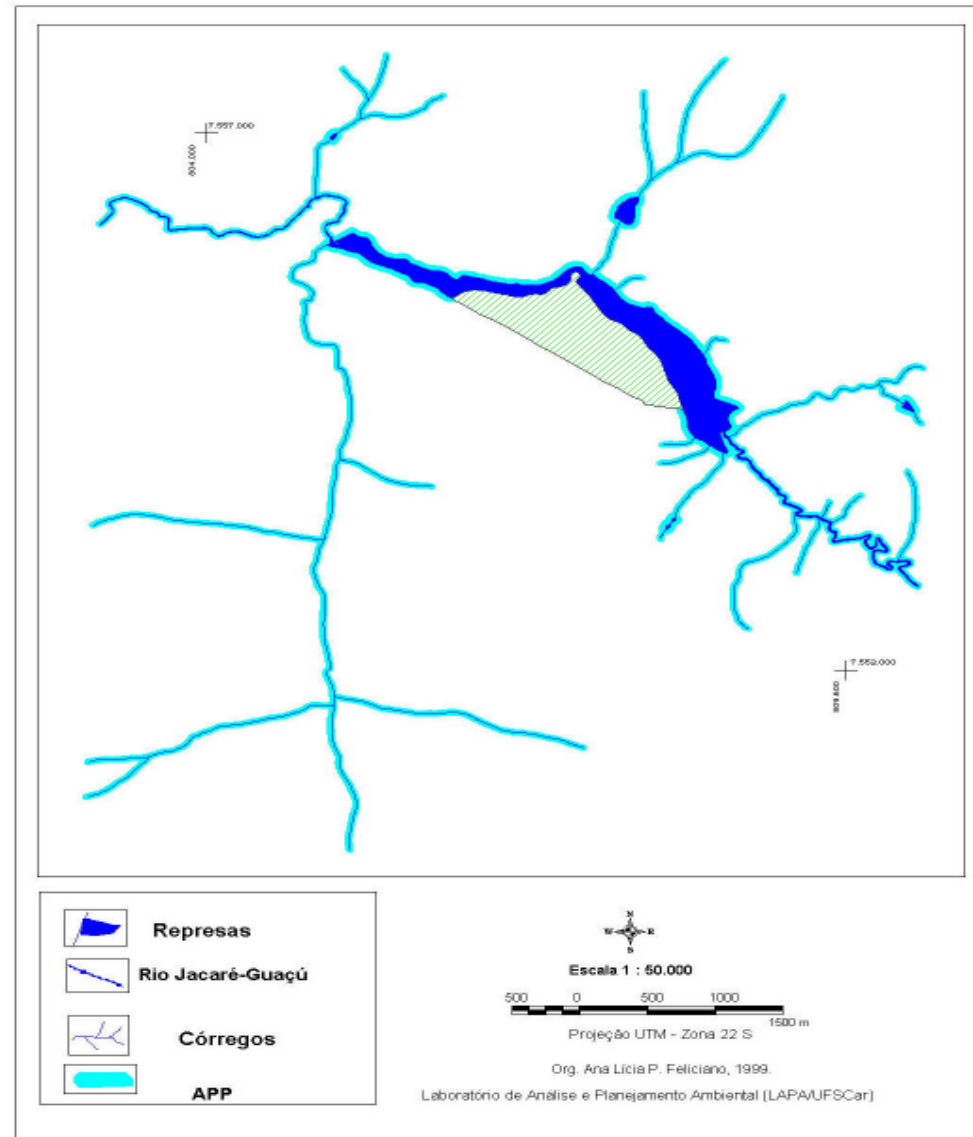


Figura 9: Proposta para delimitação da Área de Preservação Permanente (APP) para a região da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP).



USO DA TERRA

Foram evidenciados 12 tipos de usos da terra para a EESCAR e seu entorno imediato em 1979 (Figura 10). O principal uso da terra foi o cultivo de cana-de-açúcar com 1.945,84 ha, seguido de cerrado com 1.729,04 ha. Embora a área da EESCAR no decreto de criação seja de 75,26 ha, a área digitalizada neste trabalho correspondeu a 81,74 ha. Esta diferença pode estar relacionada: à distorção nas cópias heliográficas das cartas utilizadas para digitalização; às diferenças entre as escalas das cartas e as metodologias utilizadas para obtenção da área descrita no decreto e à obtida pelo SIG-IDRISI; ou ainda à distorção resultante da rasterização dos vetores para a elaboração das imagens. A Represa de Santana corresponde a uma área de 74,80 ha. A área correspondente a mato e macega, sem remanescentes atuais e com a tipologia de cerrado, ocupava uma área de 552,35 ha. A área ocupada por mata ciliar correspondia a 78,47 ha; a ocupada por reflorestamento com *Eucalyptus* sp correspondia a 129,46 ha e a área ocupada por cultivo de café a 29,46 ha. Foram ainda identificadas áreas livres sem uso definido, com 1.290,72 ha, nas quais estão incluídas as estradas e clareiras existentes no cerrado.

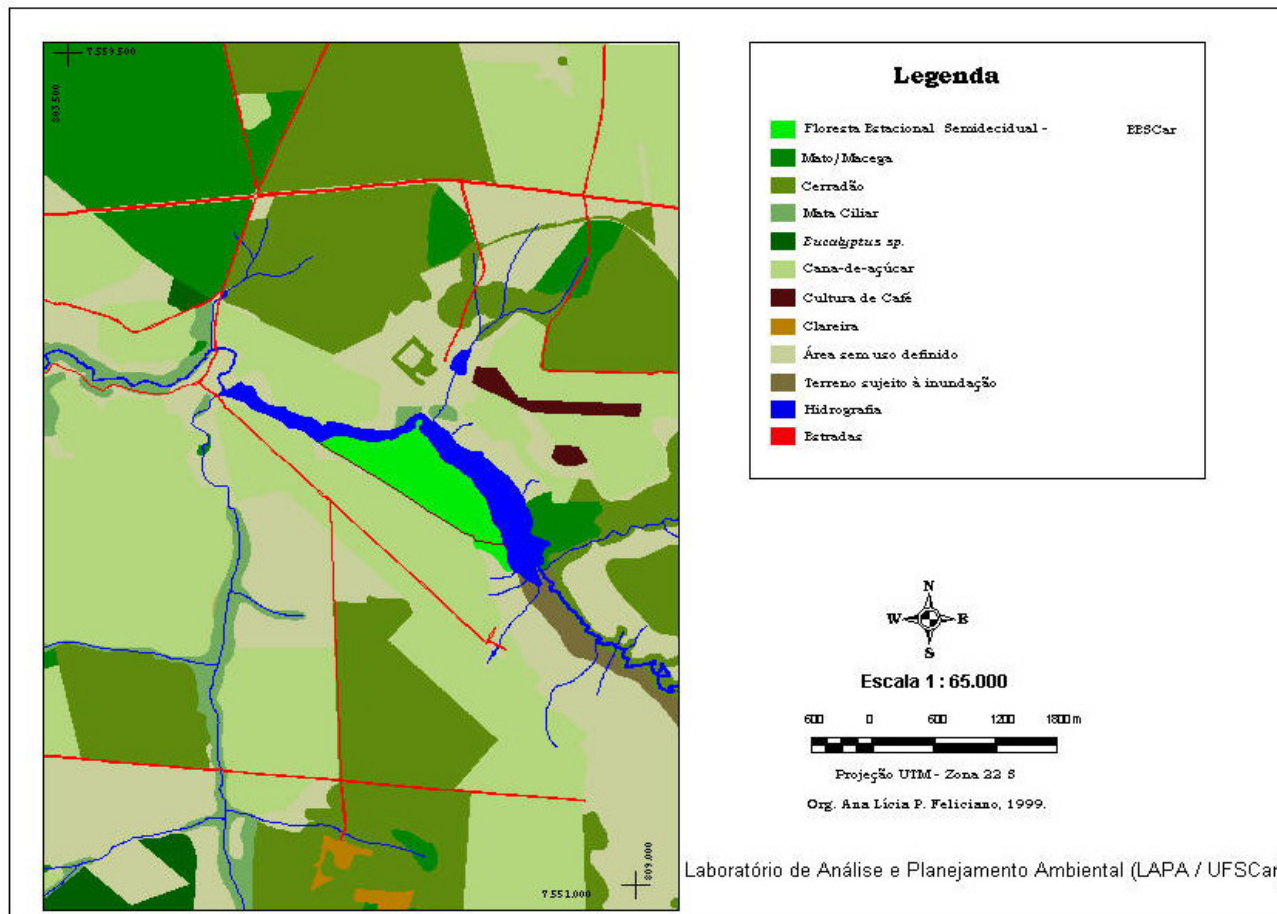


Figura 10: Carta do uso da terra da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP), em 1979.



A interpretação da imagem orbital LANDSAT TM 5 (**Figura 11**) permitiu classificar e calcular as áreas de 13 tipos de uso da terra para a EESCAR e entorno da mesma em 1997 (**Figura 12**). Em termos comparativos, pode ser observado o avanço da fragmentação da vegetação natural da paisagem, a partir de 1979, em decorrência da expansão agrícola local, com o aumento de 84,78% da área de cultivo da cana-de-açúcar (3.595,52 ha), que continua sendo o principal uso da terra. A área ocupada por cerradão foi de 1.622,16 ha, com uma perda de 106,88 ha, nos últimos 18 anos, em decorrência do desmatamento e ocupação agrícola.

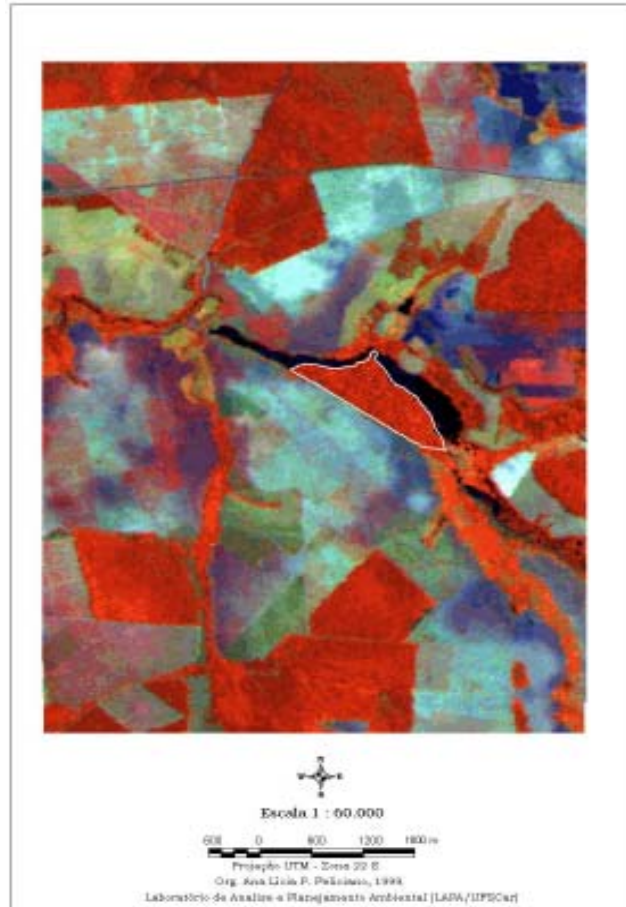


Figura 11: Imagem LandSat datada de 1997, referente ao uso da terra da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP).

Ao contrário dos tipos de cobertura vegetal relacionadas à mata e macega, a área de cerradão foi a mais preservada. A cana-de-açúcar substituiu as áreas anteriormente ocupadas por cultivo de café e as sem uso definido, além de uma área destinada ao reflorestamento com *Eucalyptus* sp., atualmente com extensão de 82,94 ha. A área de mata ciliar aumentou para 335,87 ha. Foram identificados também outros tipos de usos, como capoeira alta com 132,34 ha, pasto sujo com 160,56 ha, e pastagem com 199,24 ha. A área edificada na Fazenda Santo Antônio possui 9,58 ha.

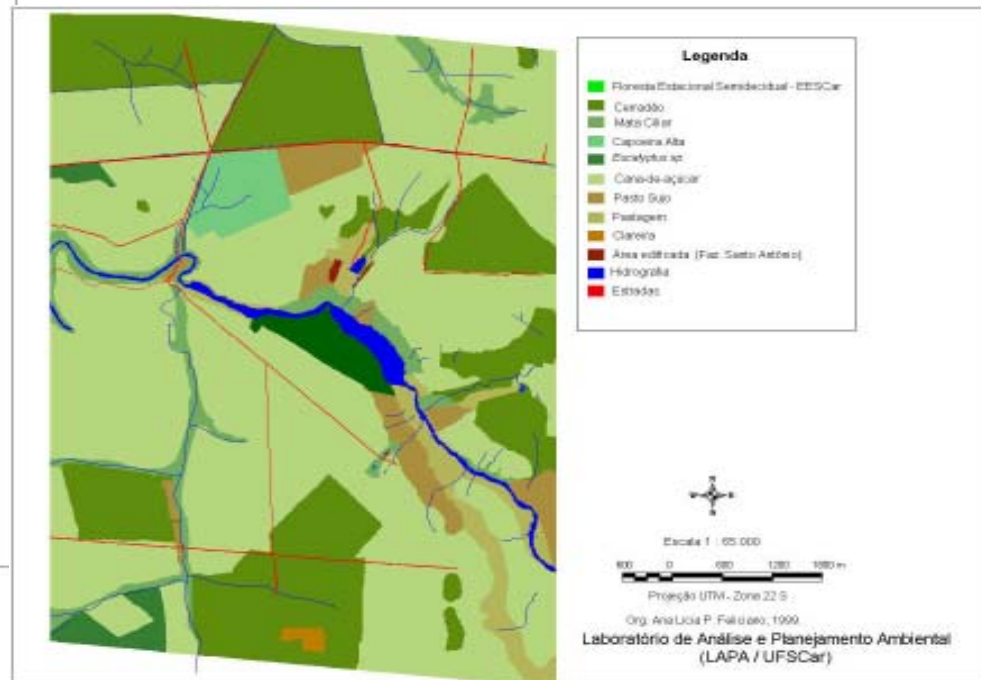


Figura 12: Carta do uso da terra da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e seus limites imediatos (Brotas, SP), em 1997.



ANÁLISE FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA

O levantamento florístico realizado na EESCAR revelou a presença de 97 espécies, 74 gêneros e 37 famílias (FELICIANO, 1999). As famílias com maior riqueza em espécies foram (**Figura 13**): Fabaceae e Meliaceae, com oito espécies cada uma (16,50%) e Caesalpiniaceae com sete (7,22%); Euphorbiaceae com 6 espécies (6,18%); Mimosaceae e Rutaceae com cinco espécies cada (10,3%); Lauraceae, Myrtaceae e Sapindaceae com quatro espécies cada uma (12,36%); Anacardiaceae, Annonaceae, Bombacaceae, Celastraceae, Flacourtiaceae, Moraceae e Rubiaceae, três (21,63%); Apocynaceae, Rhamnaceae e Tiliaceae com duas espécies (6,18%). As demais famílias apresentaram apenas uma espécie (18,56%).

A composição florística da EESCAR revela uma considerável semelhança com o padrão taxonômico evidenciado para um fragmento florestal de 86 ha na região de Piracicaba, SP (TABANEZ, 1995); para a gleba de Capetinga de mata mesófila semidecídua no Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP (MARTINS, 1979), e para um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG (MARANGON, 1999). De modo geral, a riqueza de famílias e espécies da EESCAR, quando comparada com a de outros fragmentos florestais do Estado de São Paulo, com a mesma tipologia, é bastante semelhante. Embora estudos realizados em florestas estacionais semidecíduais tenham evidenciado que a riqueza de famílias, gêneros e espécies apresentam pequenas variações (CAVASSAN et al., 1984; PAGANO & LEITÃO FILHO, 1987; BERTONI et al., 1988; TABANEZ, 1995), as famílias Fabaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Lauraceae e Rubiaceae são, geralmente, as mais diversas na floresta estacional semidecidual do interior do Estado de São Paulo (LEITÃO FILHO, 1993).

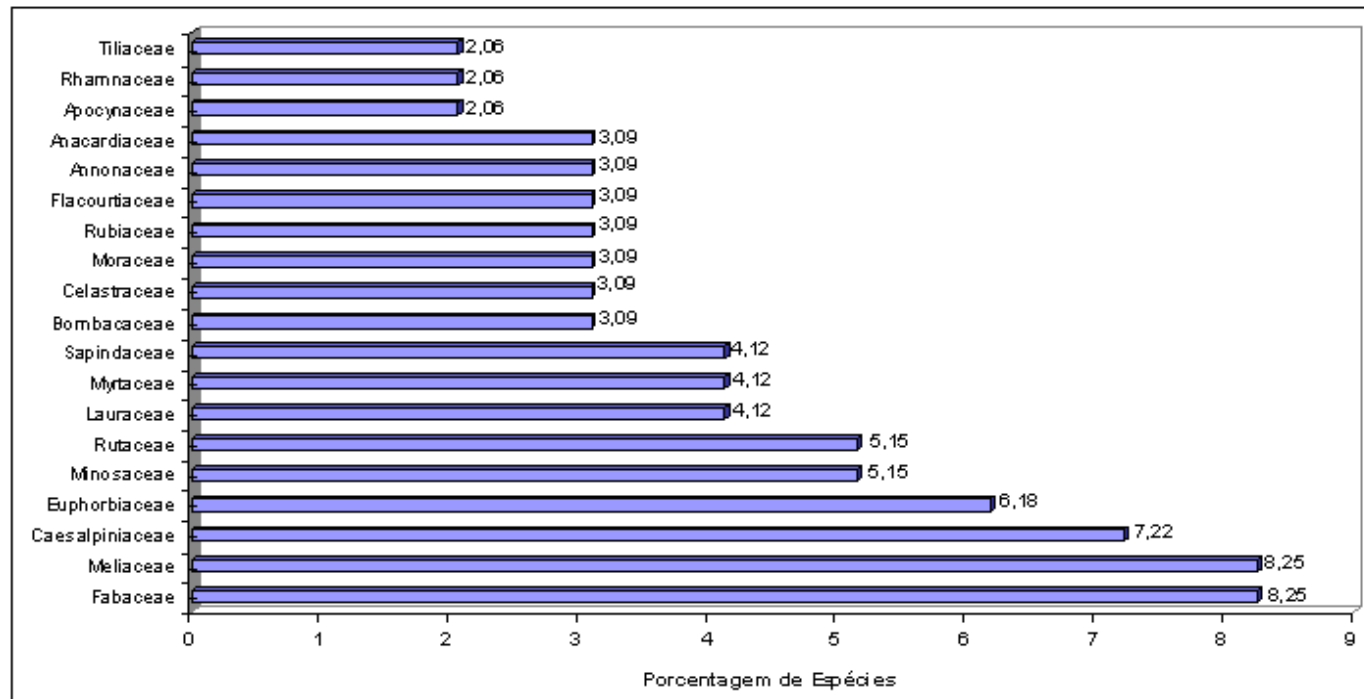


Figura 13: Distribuição do percentual de espécies arbóreas em relação às famílias ocorrentes na Estação Ecológica de São Carlos, Brotas, SP.



A presença das espécies *Zanthoxylum riedelianum* Engl. (Rutaceae) e *Trichilia hirta* L. (Meliaceae), incluídas na lista de espécies da flora ameaçada de extinção do Estado de São Paulo, na categoria de “vulnerável” (SÃO PAULO, 1998) e *Astronium fraxinifolium* Schott (Anacardiaceae), incluída na lista de espécies da flora ameaçada de extinção do IBAMA, também na categoria “vulnerável” (IBAMA, 1992), reforçam a importância da preservação da EESCAR.

No estudo fitossociológico foram levantadas 34 famílias, 64 gêneros e 82 espécies distribuídas em 663 indivíduos amostrados em uma área de 4400 m². Os indivíduos arbóreos produziram uma área basal total de 45,98 m²/ha, com um volume total de 609,95 m³/ha. Os parâmetros fitossociológicos por ordem decrescente dos valores de importância foram descritos para as 82 espécies amostradas. A densidade total por área foi estimada em 1.507 indivíduos/ha. As dez espécies que apresentaram maiores valores de densidade relativa, em ordem decrescente foram: *Metrodorea nigra*, *Aspidosperma ramiflorum*, *Trichilia hirta*, *Aspidosperma polyneuron*, *Prunus sellowii*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Centrolobium tomentosum*, *Astronium graveolens*, *Gallesia integrifolia*, *Machaerium stipitatum* (FELICIANO, 1999).



Figura 15: . Exemplares de *Aspidosperma polyneuron* (peroba rosa) em primeiro plano, e de *Holocalyx balansae* (alecrim-de-campina) em segundo plano, presentes no interior da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.

A importância das espécies arbóreas no processo de sucessão secundária da EESCAR foi trabalhada pelo agrupamento ecofisiológico das mesmas nas categorias: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax (BUDOWSKI, 1965). A EESCAR apresenta 49 espécies secundárias iniciais, 09 espécies secundárias tardias e 10 espécies pioneiras, equivalentes a 60,49, 11,11 e 12,35% do total de espécies amostradas, respectivamente; 13 espécies, equivalentes a 16,05% do total amostrado, não foram identificadas. Espécies da categoria clímax não foram consideradas nesta discussão, por serem típicas de florestas primárias, não sendo a característica da vegetação da EESCAR. Estes resultados permitem considerar que a comunidade arbórea da EESCAR está em estágio avançado de sucessão, no qual o número de espécies secundárias iniciais e tardias, bem como os diâmetros (**Figura 14**), alturas e portes das mesmas (**Figura 15**), são superiores aos das espécies pioneiras, aliado ao dossel bem fechado na maior parte do interior da EESCAR (**Figura 16**). Estas características estão associadas ao fato de que as espécies secundárias tardias são consideradas decíduas, podendo alcançar um tamanho razoável, quando atingem uma idade avançada, vivendo ao redor de 40 a 100 anos, algumas até mais de 100 anos, com a altura variando de 20 a 30 m, chegando até mesmo a 50 m (BUDOWSKI, 1965).

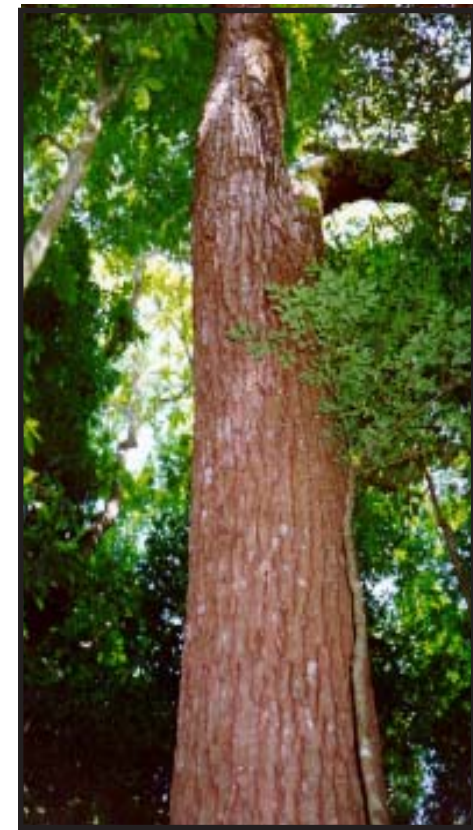


Figura 14: Exemplar de *Cedrela fissilis* (cedro) no interior da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



Embora possa ter sido influenciado pela amostragem, o índice de diversidade de Shannon & Weaver (H'), que expressa a igualdade relativa do valor de importância com todas as espécies em seqüência, foi utilizado para uma análise comparativa entre a diversidade florística da EESCAR e outros fragmentos florestais do Estado de São Paulo. Mesmo com uma área física três vezes superior, o índice de diversidade da Reserva Estadual de Bauru foi ligeiramente inferior ao da EESCAR. As diferenças observadas nos valores dos índices de diversidade (**Tabela 3**), podem ser atribuídas aos diferentes estádios sucessionais dos fragmentos florestais relacionados, das discrepâncias das metodologias de amostragem, dos níveis de inclusão, dos esforços de identificação taxonômica, e das dissimilaridades florísticas das diferentes comunidades (MARANGON, 1999).



TABELA 3: Valores dos índices de diversidade de Shannon & Weaver (H') observados em diferentes localidades, com a mesma tipologia florestal (floresta estacional semidecidual) do Estado de São Paulo. M.A. (método de amostragem); QUA (quadrante); PAR (parcela); TRAN (transecto).

Autores	Localidades	M.A.	Área (ha)	H'
MARTINS (1979)	Capetinga/SP	QUA	322,30	3,60
CAVASSAN et al. (1984)	Bauru/SP	QUA	287,28	3,50
PAGANO et al. (1987)	Rio Claro/SP	QUA	230,00	4,29
BERTONI et al. (1988)	Praxedes/SP	QUA	132,82	3,60
TABANEZ et al. (1997)	Piracicaba/SP	TRAN	9,50	2,88
FELICIANO (1999)	EESCAR	PAR	75,26	3,55

O levantamento fitossociológico também possibilitou demonstrar que a quantidade, diversidade e freqüência de cipós na EESCAR, é preocupante, sendo basicamente resultante do uso da terra do entorno da mesma por atividades agrícolas. O grau de infestação nas árvores é relativamente alto (**Figura 17**), com um total de 73,46% dos indivíduos com algum tipo de infestação por cipós, seja no tronco, na copa ou em toda a árvore. Apenas 26,54% das árvores amostradas não apresentaram qualquer tipo de infestação por cipós (FELICIANO, 1999). Florestas estacionais semidecíduais do interior do Estado de São Paulo, por estarem situadas em solos férteis, foram as primeiras áreas a serem utilizadas no processo de desenvolvimento agrícola associado ao cultivo da cana-de-açúcar (GIOMETTI, 1993). Atualmente, estes remanescentes florestais predominam na paisagem em termos de fragmentos pequenos e isolados, alguns dos quais protegidos na forma de UCs, tais como, a Estação Ecológica de Ibicatu, a Estação Ecológica de Bauru e a EESCAR. Pela localização próxima a regiões densamente urbanizadas, estas áreas estão seriamente comprometidas em termos da continuidade das mesmas na paisagem regional.

Figura 16: Vista do extrato arbóreo interno da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



Figura 17: Diversidade de cipós presentes no tronco de *Ficus citrifolia* no interior da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.

Mesmo considerada uma UC muito pequena e isolada (PIRES, 1999), com alto grau de infestação por cipós e de perturbações antrópicas em seu entorno imediato (FELICIANO, 1999), o significado ecológico constatado em função: do índice de diversidade; da diversidade biológica representada por remanescentes arbóreos pouco encontrados no interior do Estado; de uma área basal de 45,98 m²/ha e de um volume de 609,85 m³/ha característicos de floresta primária; e ainda um habitat com espécies arbóreas em extinção, são aspectos que justificam os esforços para assegurar a continuidade e preservação da EESCAR na paisagem regional do Estado de São Paulo.

Entretanto é extremamente preocupante a ausência de atividades de manutenção da infra-estrutura física e de uma fiscalização permanente da EESCAR diante da incidência de atividades predatórias no âmbito da mesma e no seu entorno imediato. Esta situação

pode ser constatada pelo grau de abandono e a dificuldade de acesso (**Figura 18**) para o que seria considerada a sede administrativa da Unidade de Conservação (**Figura 19**). As duas edificações existentes estão em condições precárias, sem água e energia elétrica, necessitando de uma razoável recuperação da infra-estrutura das mesmas.

A EESCAR não tem nenhuma proteção na forma de aceiros com relação ao cultivo da cana de açúcar em seus limites imediatos. Embora a monocultura canavieira tenha sido interrompida em Abril de 1999 (comunicação pessoal do proprietário das terras do entorno), a condição local continua de extremo abandono. A braquiária cresceu junto com a rebrota da cana de açúcar, deixando toda a área intransitável (**Figura 20**). Esta situação é bastante preocupante, pois proporciona condições favoráveis à ocorrência de incêndios.

A ausência de fiscalização tem facilitado a presença efetiva e contínua de caçadores no interior da ESCAR e no entorno imediato da mesma. Embora não se tenha conhecimento do tipo da fauna existente na EESCAR, é bastante comum a presença de armadilhas com pregos fixados nas árvores, com fita plástica e com milho. Durante o levantamento fitossociológico da EESCAR, em Novembro de 1997, foi encontrada uma armadilha para captura de animal de grande porte (**Figura 21**), nas proximidades da Represa de Santana.

A Represa de Santana muito utilizada na pesca recreacional, constitui um acesso fundamental para a prática da caça predatória no âmbito da EESCAR, conforme as informações obtidas na Polícia Militar Ambiental (**Tabela 4**). Os Autos de Infração de Pesca (AIPs) representam a autuação do infrator com base na Lei 7.679, 23/11/1988, e na Lei 6.938, 31/08/1981. A partir de 1998, o AIP também passou a ser amparado pela Lei 9.605 de crimes ambientais.



Figura 18: Vista do acesso à infra-estrutura da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



Figura 19: Detalhe das edificações existentes na Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



Figura 20: Detalhe do aceiro existente entre a Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e o cultivo de cana-de-açúcar em seu limite imediato (Abril, 1999).



Figura 21: Armadilha para captura de animal de grande porte encontrada no interior da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), por ocasião do levantamento florístico, em novembro de 1997.



As vistorias realizadas, acompanhadas dos respectivos boletins de ocorrência (BOs), envolveram atividades irregulares de caça e pesca, exceto uma em 1999, envolvendo apenas atividade de caça. Os flagrantes envolveram uma autuação por porte ilegal de arma (1997), e os demais estão relacionados às atividades de pesca na Represa com material proibido (tarrafa e rede) (Tabela 4). As atividades de pesca merecem atenção especial, principalmente nos finais de semana, devido a presença de um elevado número de pescadores provenientes dos municípios vizinhos (Figura 22). Os vestígios deixados pelos mesmos estão presentes na forma do corte de madeira da própria EESCAR (Figura 23), de garrafas e copos de plástico, latas, vidro, embalagens de papel, tanto nas margens da Represa Santana (Figura 24), como na trilha existente na EESCAR, que vai da área da administração até a Represa de Santana.

Tabela 4: Denúncias de caça e pesca ocorridas na EESCar e entorno imediato e na Represa de Santana, à Polícia Militar Ambiental, SP, no período de 1996 a 1999 (AIP – auto de infração de pesca).

Ano/Denúncia	Caça/Pesca	Flagrante	Vistoria	AIP
1996	05	-	07	03
1997	07	01	09	03
1998	05	01	08	-
1999	04	02	05	-

Fonte: Polícia Militar Ambiental (1999).



Figura 23: Corte clandestino de madeira resultante da presença de caçadores e pescadores no âmbito da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



Figura 22: Presença de pescadores na Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP, nas margens da Represa de Santana



Figura 24: Lixo resultante da presença contínua de pescadores e caçadores no âmbito da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



ZONEAMENTO AMBIENTAL DA EESCAR

Como forma de subsidiar o plano de manejo foi elaborada uma proposta conceitual de Zoneamento Ambiental (IBDF, 1979), com a área da EESCAR dividida em três zonas, de acordo com as características dos recursos existentes nas mesmas e com o uso que deve ser dado a estes recursos: Zona de Uso Especial (ZUE), Zona Intangível (ZI) e a Zona de Entorno Imediato (ZEI). Esta última, associada a 10 sub-unidades da paisagem do entorno da UC (Figura 25).

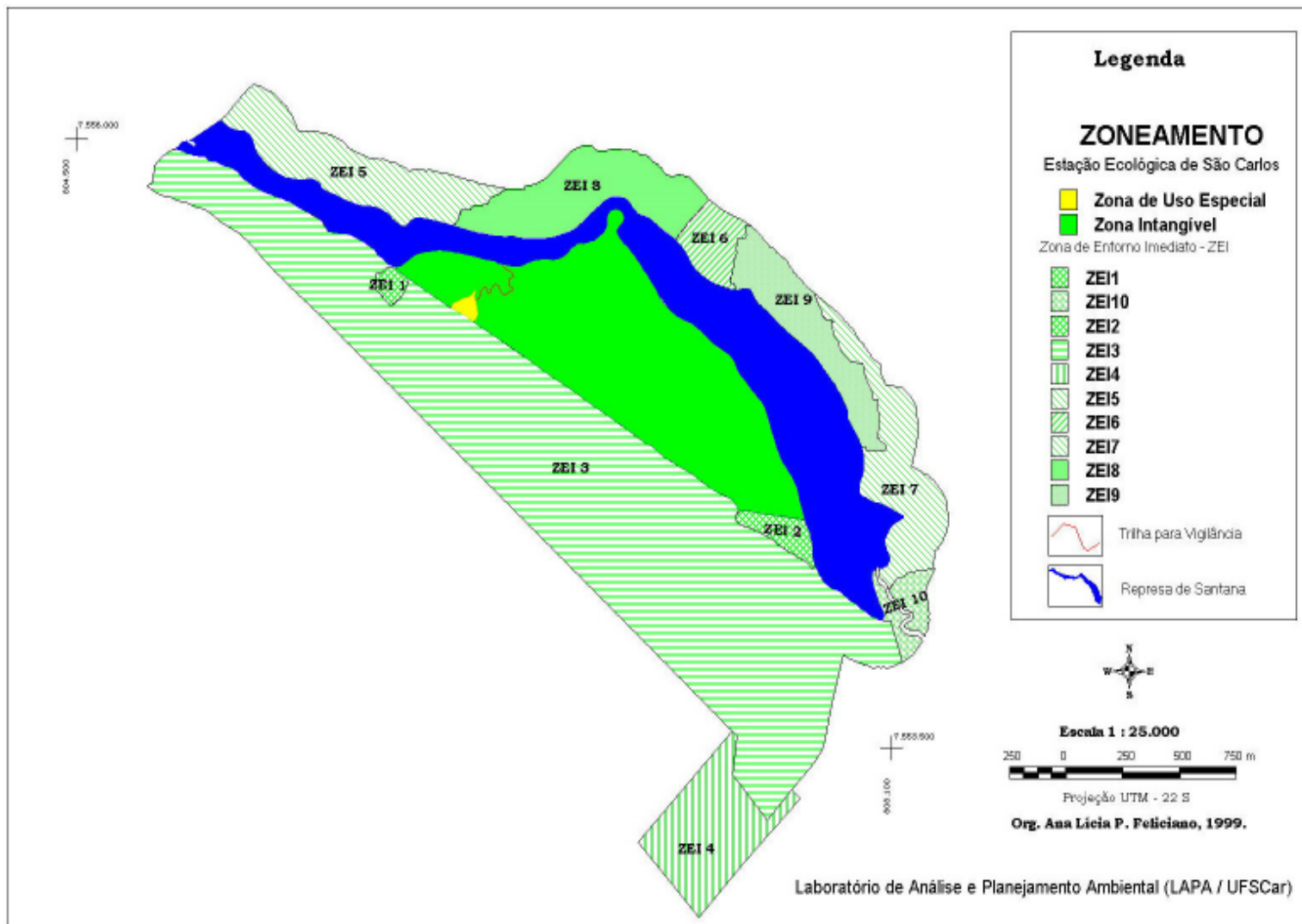


Figura 25: Proposta conceitual de Zoneamento Ambiental para a Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR) e entorno imediato (Brotas, SP).



A Zona de Uso Especial com uma área de 0,74 ha, correspondente a 0,98% da área total da EESCAR, seria destinada à estrutura administrativa, à fiscalização e alojamento para pesquisadores, sendo imprescindível a reforma das edificações existentes. Atividades de fiscalização devem ser asseguradas em todo o limite da EESCAR, principalmente na manutenção dos aceiros para proteção contra incêndios na época de queimadas ao longo da trilha existente até a Represa de Santana para coibir atividades de caça no interior da UC e no limite com a Represa de Santana para coibir atividades de pesca predatória. Deverão ser retiradas espécies vegetais exóticas (mangueira, abacateiro, laranjeira) existentes nesta Zona. Deve ser incentivado o desenvolvimento de atividades em educação ambiental envolvendo os grupos sócio-culturais interagentes com a EESCAR e seu entorno imediato.

A Zona Intangível (ZI) ocupa 99,02% da total da EESCAR, sendo caracterizada como uma área de floresta estacional semidecidual com espécies arbóreas ameaçadas de extinção e de alto valor econômico, mas com mínima intervenção humana. O desenvolvimento de pesquisa científica no âmbito da ZI deverá considerar o fator declividade, permitindo o desenvolvimento da mesma somente em áreas de menor fragilidade, com declividade variando de 0 a 8°. Cuidado especial deve ser tomado com as áreas de ocorrência de espécies vegetais em extinção.

A Zona de Entorno Imediato (ZEI) foi definida em 10 sub-unidades (**Figura 25**), com a preocupação de assegurar que a EESCAR seja propulsora da conservação da paisagem e da biodiversidade na área de entorno da mesma. Contempla uma área de 312,7 ha, com um raio de extensão variando de 800 a 1000 m. As Zonas de Entorno Imediato 1 e 2 (ZEI 1 e ZEI 2), totalizando 5,2 ha, pertencem a Fazenda Santana, devendo ser incorporadas, em curto prazo, a Zona Intangível da EESCAR. A aquisição destas áreas com a mesma tipologia florestal da EESCAR, e separadas por uma simples cerca de arame farpado garantirá a proteção ambiental efetiva da bacia hidrográfica que tomam parte. A Zona de Entorno Imediato 3 (ZEI 3) corresponde a 189,5 ha de área destinada ao cultivo de cana-de-açúcar pertencente a Fazenda Santana, mas sem uso definido desde 1997. Esta unidade foi delimitada através da estrada que fornece acesso à EESCAR, necessitando da recuperação imediata do seu potencial vegetacional. A aquisição desta área permitirá a realocação da Zona de Uso Especial em situação externa à EESCAR, com as edificações destinadas às atividades de pesquisa. A Zona de Entorno Imediato 4 (ZEI 4) corresponde a uma área de cerradão com 21,97 ha, considerada essencial como perspectiva da implantação de um corredor ecológico entre esta Zona e a Zona Intangível. As Zonas de Entorno Imediato 5, 6 e 7 (ZEI 5; ZEI 6 e ZEI 7), totalizando uma área de 45,42 ha, pertencem a Fazenda Santo Antônio e estão atualmente ocupadas por cultivo de cana-de-açúcar e pastagem. A aquisição e a recuperação destas áreas deverão assegurar a qualidade e a quantidade do manancial de águas da Represa de Santana, evitando o assoreamento e garantindo a continuidade do fornecimento de energia elétrica pela mesma. As Zonas de Entorno Imediato 8 e 9 (ZEI 8 e ZEI 9), com um total de 39,68 ha, constituem áreas de mata ciliar existentes na Fazenda Santo Antônio ao longo da Represa de Santana. Como se encontram em ótimo estado de conservação, deve ser assegurada a integridade ambiental das mesmas, transformando-as em áreas de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPNs). A Zona de Entorno Imediato 10 (ZEI 10) corresponde a área alagada da Represa de Santana com o rio Jacaré-Guaçu. Esta zona está legalmente protegida como Área de Preservação Permanente (APP) pela Lei 4.771/65 (Código Florestal) e pela Resolução CONAMA 004/85 que protegem os mananciais.



Na perspectiva de garantir a conservação da biodiversidade da Zona Intangível e das Zonas de Entorno Imediato (ZEI 8 e ZEI 9), bem como, em reduzir os impactos sobre as mesmas e facilitar a recuperação das zonas ZEI 3 e ZEI 4, foi proposta uma Zona Crítica de Entorno (**Figura 26**), considerada uma área crítica de maior restrição no uso da terra do entorno da EESCAR, com uma faixa de 1 Km de extensão. Na Zona Crítica de Entorno recomenda-se a prática da agricultura perene ou a implantação de sistemas agroflorestais, dentro do possível, sem a utilização de queimadas e de agrotóxicos. Devem ainda ser controladas quaisquer atividades que possam comprometer a biodiversidade da EESCAR e do seu entorno imediato, bem como a fragmentação ou degradação da paisagem ou de habitats e/ou dos mananciais existentes.

A implementação de um plano de manejo é imprescindível para assegurar a manutenção e a conservação da biodiversidade associada à EESCAR, contemplando necessariamente um trabalho integrado com a comunidade do entorno, considerada uma fonte de pressão antrópica que interage com a estabilidade desta Unidade de Conservação.

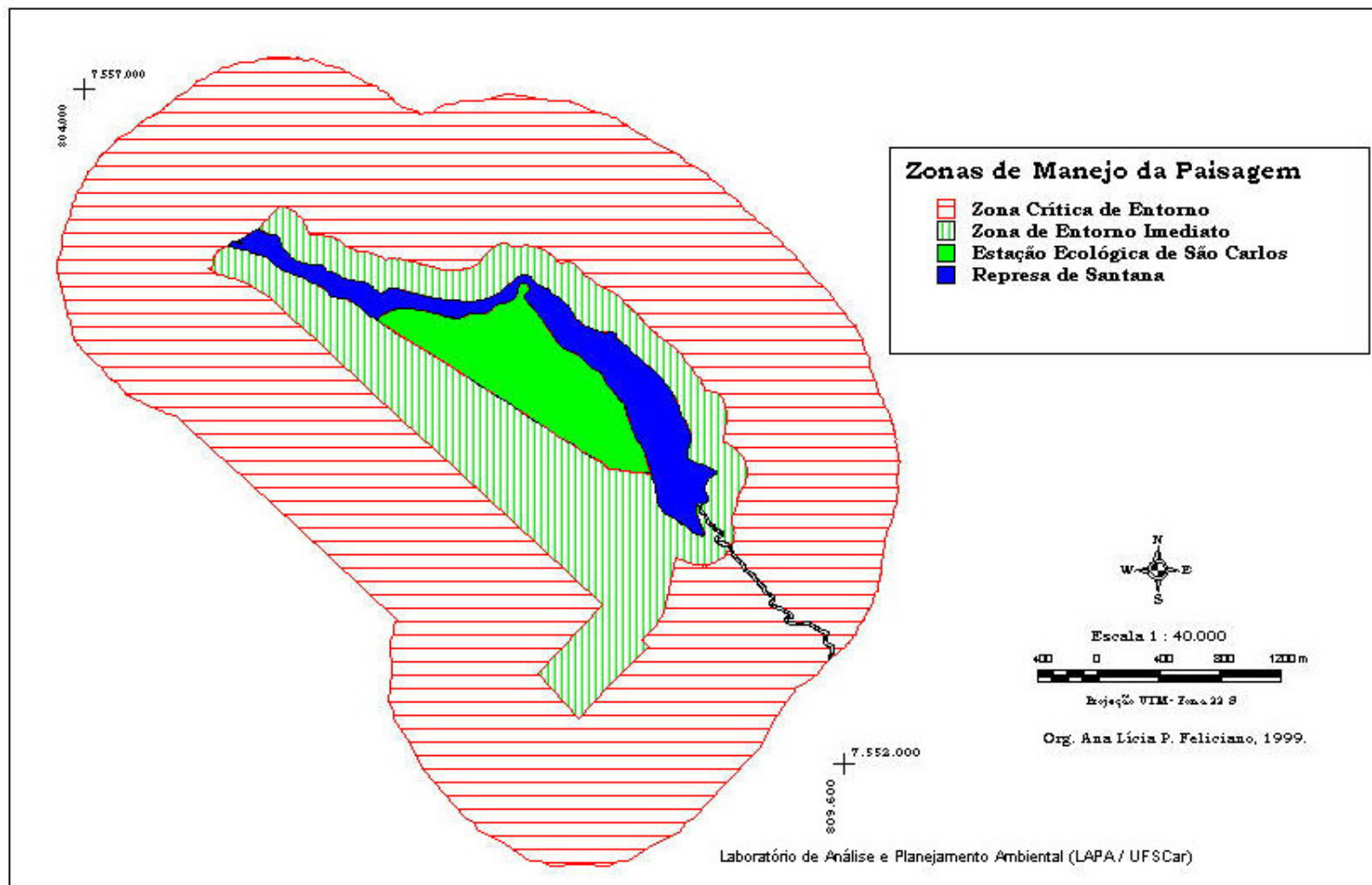


Figura 26: Zonas Críticas do Entorno da Estação Ecológica de São Carlos (EESCAR), Brotas, SP.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, 20 : 18 – 27, 1969.
- BERTONI, J.E.A.; MARTINS, F.R.; MORAES, J.L.; SHEPHERD, G.J. Composição florística e estrutura fitossociológica do Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP – Gleba Praxedes. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, 42 : 149 – 170, 1988.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, 15 : 40 – 42, 1965.
- CAVASSAN, O.; CESAR, O. & MARTINS, F.R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. **Rev. Bras. Bot.**, 7 : 91 – 106, 1984.
- FELICIANO, A.L.P. **Caracterização ambiental, florística e fitossociológica de uma Unidade de Conservação. Caso de Estudo : Estação Ecológica de São Carlos, Brotas – SP**. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, 1999. (Tese de Doutorado).
- GIOMETTI, A.L.B.R. **Contribuição ao diagnóstico e macrozoneamento da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Pepira, SP**. Rio Claro. Universidade Estadual Paulista. 1993. (Dissertação de Mestrado).
- IBAMA. Portaria 37-N, 03/04/1992. Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (ibdf). Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN). Plano de Sistema de Unidades de Conservação do Brasil. 1ª etapa. Brasília. 1979. 173p.
- LEITÃO FILHO, H.F. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. **Silvicultura**, 16 : 197 – 206, 1982.
- LEITÃO FILHO, H.F. Ecologia da Mata Atlântica de Cubatão, SP. UNESP-UNICAMP. 1993.
- MARANGON, L.C. Florística e fitossociologia de área de floresta estacional semidecidual visando a dinâmica de espécies florestais arbóreas no município de Viçosa, MG. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. 1999. (Tese de Doutorado).
- MARTINS, F.R. O método dos quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo, Parque Estadual de Vaçununga. São Paulo. Instituto de Biociências, USP, SP. 1979. (Tese de Doutorado).
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. IBGE. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, 4. Rio de Janeiro, 265 – 312, 1979.
- OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H.; ALMEIDA, C.F. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São paulo. Convênio EMBRAPA – Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. São Paulo, 1981. Escala 1 : 10.000. Quadrícula Brotas – Folha SF – 22 – V – C – I.
- PAGANO, S.N. & LEITÃO FILHO, H.F. Composição florística do estrato arbóreo de mata mesófila semi-decídua no município de Rio Claro, SP. **Rev. Bras. Bot.**, 10 : 49 – 61, 1987.
- PAGANO, S.N.; LEITÃO FILHO, H.F. & SHEPHERD, G.J. Estudo fitossociológico em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Rev. Bras. Bot.**, 10 : 37 – 48, 1987.
- PIRES, A.M.Z.C.R. Diretrizes para a consevação da biodiversidade em Planos de Manejo para Unidades de Conservação. Caso de Estudo : Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio (Luiz Antônio, SP). São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. 1999. (Tese de Doutorado).
- RIZZINI, C.T. Tratado de fitogeografia do Brasil, aspectos sociais e florísticos. V.2, Ed. Universidade, São Paulo, 1979.
- SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Espécies da flora ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo : Lista Preliminar. São Paulo, 1998. (Documentos Ambientais).
- TABANEZ, A.A.J. Ecologia e manejo de ecounidades em um fragmento florestal na região de Piracicaba, SP. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. USP. 1995. (Dissertação de Mestrado).
- TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M. & DIAS, A.S. Consequência da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Rev. Bras. Biol.**, 57 : 47 – 60, 1997.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L. & LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 1991.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN)

Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA)

Rodovia Washington Luiz, km 235

13565-905 - C.P. 676 - São Carlos, SP.

Autores: José Eduardo dos Santos; Luiz Eduardo Moschini; Ana Lícia Patriota Feliciano;
Felisberto Cavalheiro & José Salatiel Rodrigues Pires

Cartas Temáticas: Ana Lícia Patriota Feliciano

Editoração Eletrônica: Luiz Eduardo Moschini



São Carlos - SP, 2003