

ATLAS

DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS

DO SISTEMA

CANTAREIRA



ATLAS

DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS

DO SISTEMA

CANTAREIRA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Atlas dos serviços ambientais do sistema
Cantareira - 1. ed. - São Paulo:
Memnon Edições Científicas: IPÊ - Instituto de
Pesquisas Ecológicas, 2017.

Vários organizadores.
Vários autores.
ISBN: 978-85-7954-113-1

1. Mapas 2. Meio ambiente - Atlas 3. Meio ambiente -
Pesquisa 4. Meio ambiente - Preservação 5. Sistema Cantareira
(Produção de água).

17-03663

CDD-304-2

Índices para catálogo sistemático:

1. Sistema Cantareira: Atlas: Meio ambiente: Ecologia 304.2

ORGANIZADORES

Alexandre Uezu, Oscar Sarcinelli, Rafael Chiodi, Clinton
Neil Jenkins, Cristiana Saddy Martins

COLABORAÇÃO NOS TEXTOS

Andrea Pupo Bartazini, Lizandra Mayra Gasparro, Paula
Piccin, Débora Vendramin Otta, Eduardo Engelmann, Irina
Caberizo Suaznabar, Vanessa Lazaro Melo, Caroline Silva
Lima, Denise Arnizaut de Mattos, Erika Cinthia da Silva, Gisa
Laura Maria Egues dos Reis, Isabela Fernandes Guimarães,
José Lincoln Trigo Delgado de Almeida, Liliane Prado
Almeida, Rafael Mortari Lotfi, Sergio Augusto Portes de
Souza, Silas Marques Ferreira, Solange Aceto dos Santos.

MAPAS

Alexandre Uezu, Clinton Neil Jenkins, Ruan Vitor Gomes

REFERÊNCIA:

Uezu A, Sarcinelli O, Chiodi R, Jenkins CN, Martins CS.
Atlas dos Serviços Ambientais do Sistema Cantareira.
Instituto de Pesquisas Ecológicas, Nazaré Paulista.

PATROCÍNIO:



APOIO:



APRESENTAÇÃO

Este Atlas sintetiza os resultados de muitos anos da atuação do IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas na região do Sistema Cantareira. Entre esses resultados está a criação de um banco de dados espacializado contendo mapas em alta resolução com diversos temas que caracterizam a região, entre esses estão: o uso do solo, a hidrografia, o relevo e os remanescentes de Mata Atlântica. Este trabalho também traz os resultados de análises espacializadas que apontam as áreas prioritárias para conservação e restauração; áreas mais vulneráveis a processos erosivos; e áreas com maiores passivos ambientais, relacionados à ausência de APPs - Áreas de Preservação Permanente. Igualmente relevante contém informações socioeconômicas das populações dos 12 municípios que compõem o Sistema Cantareira, espacializadas a partir de levantamentos de campo e de dados secundários. Todas essas informações foram geradas tendo como base fontes de informações que buscavam aliar a melhor resolução com a maior atualização dos dados, gerando um produto capaz de representar o mais fielmente possível as condições socioambientais recentes da região do Sistema Cantareira.

Boa parte das informações foi levantada durante a pior estiagem da história do Sistema Cantareira, entre 2013 e 2015, em que o nível dos reservatórios chegou a cerca de 5,0% de armazenamento. Esta crise hídrica representou um alerta para o estado de degradação dessa região, dando indicações de que são necessárias mudanças para aumentar a resiliência desse sistema. Por isso acreditamos que esse trabalho será especialmente útil para o planejamento futuro dessa região, fornecendo as bases para criarmos os melhores cenários, que aliem a conservação da biodiversidade com o desenvolvimento sustentável, permitindo ao mesmo tempo a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a produção responsável no meio rural.

A produção desse atlas se desenvolveu no contexto de dois projetos do IPÊ, o primeiro foi o projeto **Embaúba: recuperação de áreas degradadas no corredor Cantareira-Mantiqueira**, que recebeu o apoio do Funbio, e tinha o objetivo de realizar estudos técnicos e econômicos para a recuperação de áreas degradadas com a finalidade de embasar o planejamento das paisagens na região. O segundo projeto foi o **Semeando Água**, patrocinado pela Petrobras por meio do Programa Petrobras Socioambiental, que teve o objetivo de reverter processos de degradação dos corpos hídricos na região do Sistema Cantareira, através de mudanças no uso e ocupação do solo. Além disso, parte dos textos foram produzidos em uma disciplina do mestrado profissional da **ESCAS – Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade**, contando com a contribuição de alunos, professores e pesquisadores do IPÊ. Em síntese, foi um trabalho escrito a várias mãos, mas que traz o apelo único da transformação dessa região ímpar, que tem sua importância justificada por inúmeros atributos relacionados à cultura do seu povo, à riqueza de sua fauna e flora e à abundância dos recursos naturais.

SUMÁRIO

8

1. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA

1.1 LOCALIZAÇÃO E ABRANGÊNCIA	8
1.2 HIDROLOGIA	9
Bacias Hidrográficas do Sistema Cantareira	9
Reservatórios do Sistema Cantareira	10
1.3 RELEVO	11
1.4 SOLOS	11
1.5 CLIMA	13
1.6 USO DO SOLO	14
1.7 VEGETAÇÃO	15
1.8 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SISTEMA CANTAREIRA	16
O que são unidades de conservação?	16
Categorias de unidades de conservação	17
Ameaça à biodiversidade	21
1.9 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA	22
Indicadores socioeconômicos dos municípios	23
Produção rural	24

26

2. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DO SISTEMA CANTAREIRA

2.1 O QUE SÃO SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS?	26
Mas afinal, o que é valoração ambiental?	33
2.2 A INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA PAISAGEM NA OFERTA DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	34
Proporção de habitat	35
Tamanho e isolamento dos fragmentos	35
Conectividade da paisagem	36
Paisagem e os Serviços Ecosistêmicos	36
As paisagens do Sistema Cantareira	37
2.3 O SOLO COMO SERVIÇO DE SUPORTE	38
Fertilidade e disposição de nutrientes	39
2.4 A INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NA QUANTIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA	41
Manejo do uso e ocupação do solo	44

2.5 PAPEL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA CONSERVAÇÃO DA ÁGUA 49

Como as APPs contribuem na conservação das águas? 50

Onde recompor as APPs Hídricas 50

O que são áreas consolidadas? 50

O código florestal e as delimitações de APPs 51

Áreas de preservação permanente hídricas no sistema cantareira 54

2.6 OS PRINCIPAIS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROMOVIDOS PELA BIODIVERSIDADE 55

2.7 ESTOQUE DE CARBONO 58

Efeito Estufa 58

Contribuição do Sistema Cantareira no estoque e fixação de carbono 60

2.8 SERVIÇOS CULTURAIS DOS ECOSSISTEMAS - ATIVIDADES TURÍSTICAS 61

Afinal o que o turismo tem a ver? 61

Principais atrativos turísticos da região 62

Serras, Morros e Montanhas 64

Recursos hídricos 65

Trilhas e caminhadas 66

2.9 EXPERIÊNCIAS DE PSA ÁGUA NO SISTEMA CANTAREIRA 67

Conservador das Águas 67

Produtor de Água 69

Projeto Mina D'Água 70

72

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

3.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO SISTEMA CANTAREIRA 72

3.2 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS 75

UM POUCO DA HISTÓRIA DO SISTEMA CANTAREIRA

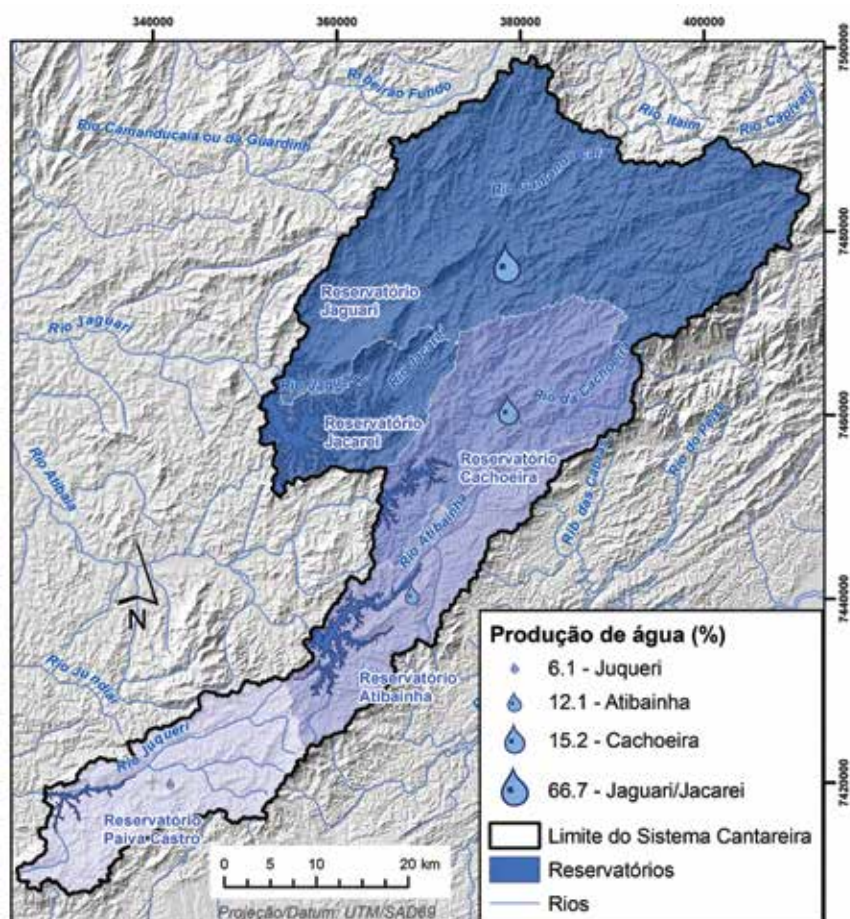
Esse grande sistema foi construído em duas etapas, a partir da década de 1970, tendo como objetivo a captação e formação estratégica de um principal manancial para abastecimento de água para diversos municípios próximos e ligados à capital paulista.

De 1965 a 1975, foram realizadas as obras para construção dos reservatórios Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro, e, entre 1975 e 1981, a construção dos reservatórios interligados Jaguari e Jacareí. O Sistema, desde sua origem, apresenta como finalidade a transposição das águas da bacia do rio Piracicaba para a bacia do Alto Tietê. As águas são recebidas através do rio Juqueri, escoando naturalmente até o reservatório Paiva Castro e através do bombeamento na estação elevatória de Santa Inês, atinge o reservatório de Águas Claras. Deste reservatório, por gravidade, atinge a Estação de Tratamento de Água do Guaraú e, então, é distribuída para a Grande São Paulo.

1.2 HIDROLOGIA

Bacias Hidrográficas do Sistema Cantareira

O Sistema Cantareira é formado por cinco reservatórios localizados nas bacias dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, dos quais os quatro primeiros localizam-se nas cabeceiras da bacia hidrográfica do rio Piracicaba e o último na bacia do Alto Tietê. O rio Jaguari é o maior contribuinte do Sistema Cantareira de Abastecimento de Água (Figura 1.2).



Quadro 1.1 - História do Sistema Cantareira.

BACIA HIDROGRÁFICA

Área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Quadro 1.2 O que é uma Bacia Hidrográfica?

REDE DE DRENAGEM

Conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem.

Figura 1.2 - Bacias hidrográficas formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira (Fonte: ANA/DAEE 2013*).

* ANA/DAEE. 2013. Dados de referência a cerca da outorga do Sistema Cantareira. V.01. 114p.

Reservatórios do Sistema Cantareira

O Sistema Cantareira tem a capacidade de produzir 33 mil litros de água por segundo para a região metropolitana de São Paulo, sendo que 31 são produzidos na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba e apenas dois são produzidos na Bacia do Alto Tietê, pelo rio Juqueri (Tabela 1.1 e Figura 1.3).

Tabela 1.1 - Reservatórios que fazem parte do Sistema Cantareira de abastecimento de água (Fonte: ANA/DAEE 2013*).

Reservatórios	Início de Operação	Extensão espelho d'água (ha)	Área de contribuição (ha)	Vazão de água para o SC (l/s)	Vazões afluentes médias (l/s)
Paiva Castro	1973	445	33 715	2 mil (6,1%)	4,7 mil
Atibainha	1975	2 035	31 434	4 mil (12,1%)	6 mil
Cachoeira	1972	809	39 202	5 mil (15,1%)	8,4 mil
Jaguari - Jacareí	1982	4 895	123 452	22 mil (66,7%)	25,1 mil
Total		6 653	227 802	33 mil	44,2 mil

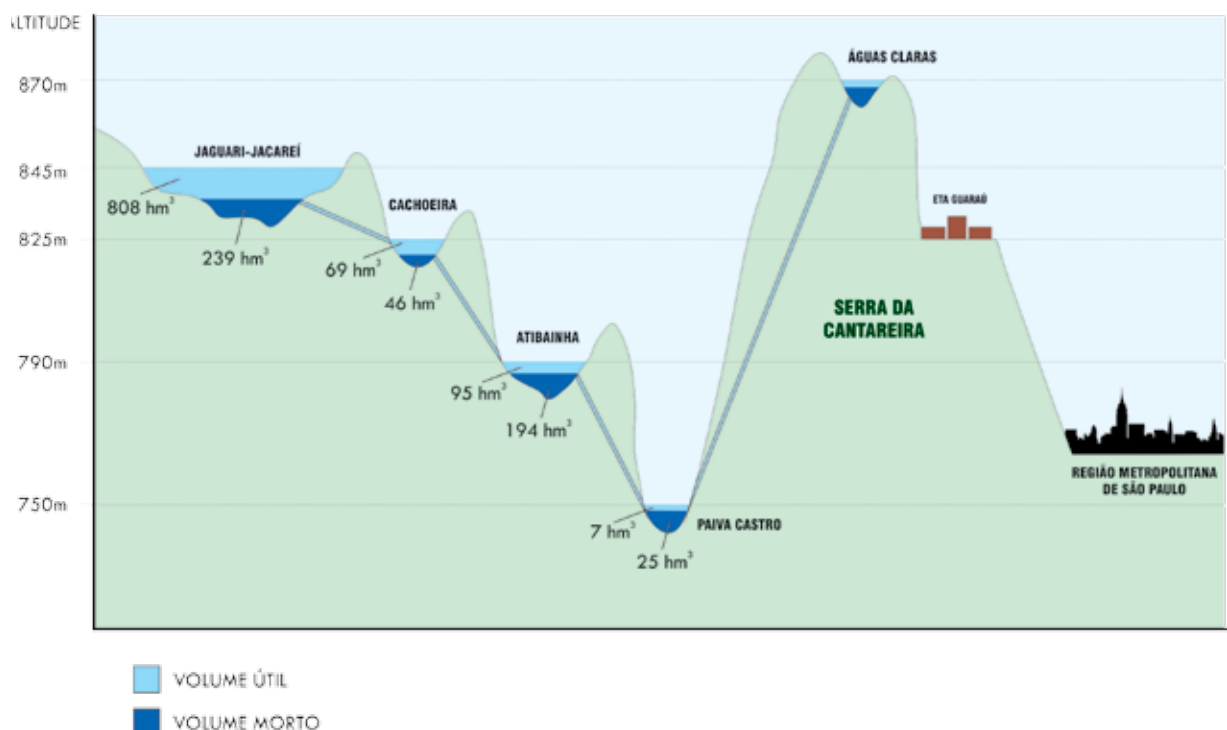


Figura 1.3 - Interligação dos reservatórios do Sistema Cantareira (Fonte: ANA/DAEE 2013*).

Os reservatórios das represas Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha formam um conjunto que foi denominado de Sistema Equivalente. O Sistema Equivalente armazena 94% da água, sendo seu volume total disponível a somatória do volume útil, retirado por gravidade, e os volumes técnicos 1 e 2, apenas alcançado por bombeamento, totalizando aproximadamente 1.260 milhões de m³. A soma de seus volumes úteis é de 978 milhões de metros cúbicos.

* ANA/DAEE. 2013. Dados de referência a cerca da outorga do Sistema Cantareira. V.01. 114p.

1.3 RELEVO

A altitude na região varia de 745 a 2038m, em que as áreas mais baixas (<800 m) encontram-se nos municípios de Mairiporã e Nazaré Paulista e as áreas mais elevadas (>1800 m) localizam-se nos municípios mineiros de Camanducaia e Sapucaí-Mirim (Figura 1.4). Já a declividade apresenta uma variação de 0 a 66 graus, sendo que as inclinações menores (<5 graus) estão nos vales dos principais rios que cortam a região e as maiores (>30 graus) estão espalhadas por toda a região nas faces dos morros e montanhas que compõem o Sistema Cantareira. Essas áreas mais inclinadas tem um importante papel no ciclo hidrológico, visto que quanto mais inclinado for o terreno, maior será o escoamento superficial das águas das chuvas tornando o solo mais vulnerável à erosão e aos movimentos de massa (desmoronamentos de encosta), causando impactos na qualidade da água e do solo nas bacias hidrográficas.

1.4 SOLOS

A área do Sistema Cantareira é considerada extremamente complexa sob o ponto de vista geológico, resultante da ação de sucessivos e intensos processos orogênicos. Uma das principais consequências da ação de processos geológicos intensos é a grande variabilidade das rochas existentes. As rochas que então presentes na área foram submetidas durante o processo de formação a diversos magmatismos ocorridos (geração de rochas ígneas formadas pelo resfriamento do magma), assim como variados graus de metamorfismo, tendo como consequência a ocorrência de inúmeros tipos de rochas metamórficas (Quadro 1.3). Outro efeito desses processos geológicos é a grande deformação, por dobramentos e por cisalhamentos (formação de falhas), que os maciços rochosos apresentam, criando relevo com diferentes características.

Quadro 1.3 - O que são as Rochas Metamórficas?

ROCHAS METAMÓRFICAS

As rochas metamórficas são rochas originadas de outros tipos de rochas que, longe de seus locais de formação e submetidas à pressão e temperaturas diferenciadas, transformaram-se e modificaram suas características. Os principais exemplos de rochas metamórficas são: o gnaiss, formado a partir do granito (rocha ígnea); a ardósia, formada a partir do xisto (rocha metamórfica), e o mármore, formado a partir do calcário (rocha sedimentar).

De modo geral, no Sistema Cantareira afloram rochas metamórficas do Pré-Cambriano e rochas Cenozóicas, que dão origem a solos do tipo latossolos, argissolos e cambissolos (Figura 1.5). Os latossolos e argissolos são predominantes, o que confere à região extrema fragilidade sob o ponto de vista de suscetibilidade a processos erosivos.

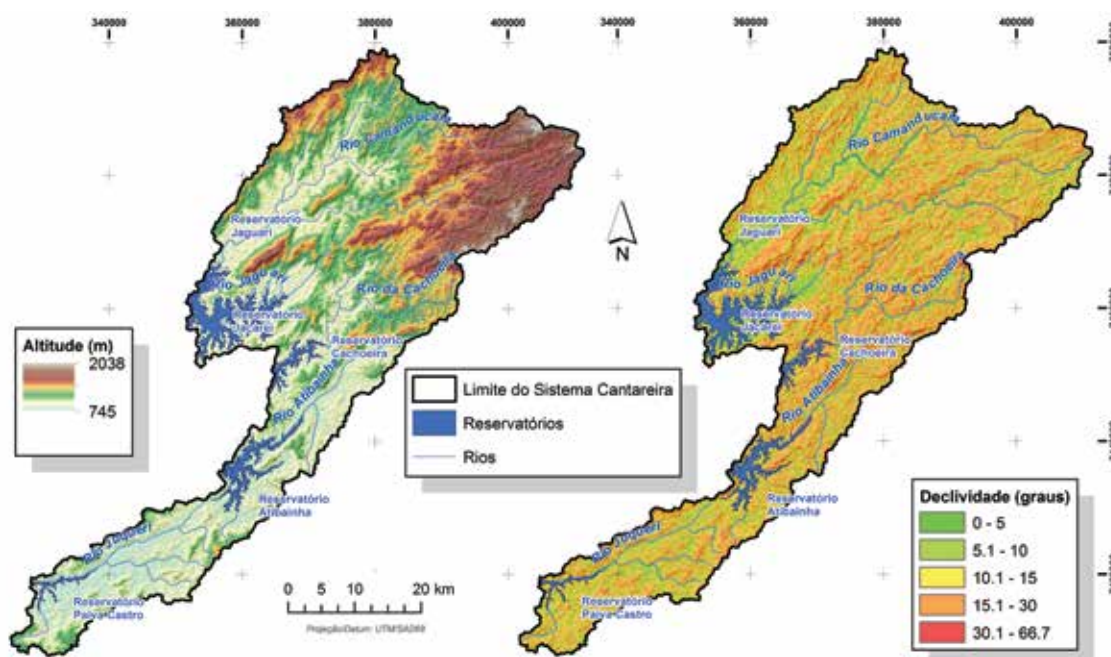


Figura 1.4 - Variação da elevação e da declividade na região do Sistema Cantareira (Fonte: USGS 2004*).

* USGS. 2004. Shuttle Radar Topography Mission, 1 Arc Second scene SRTM_u03_n008e004.

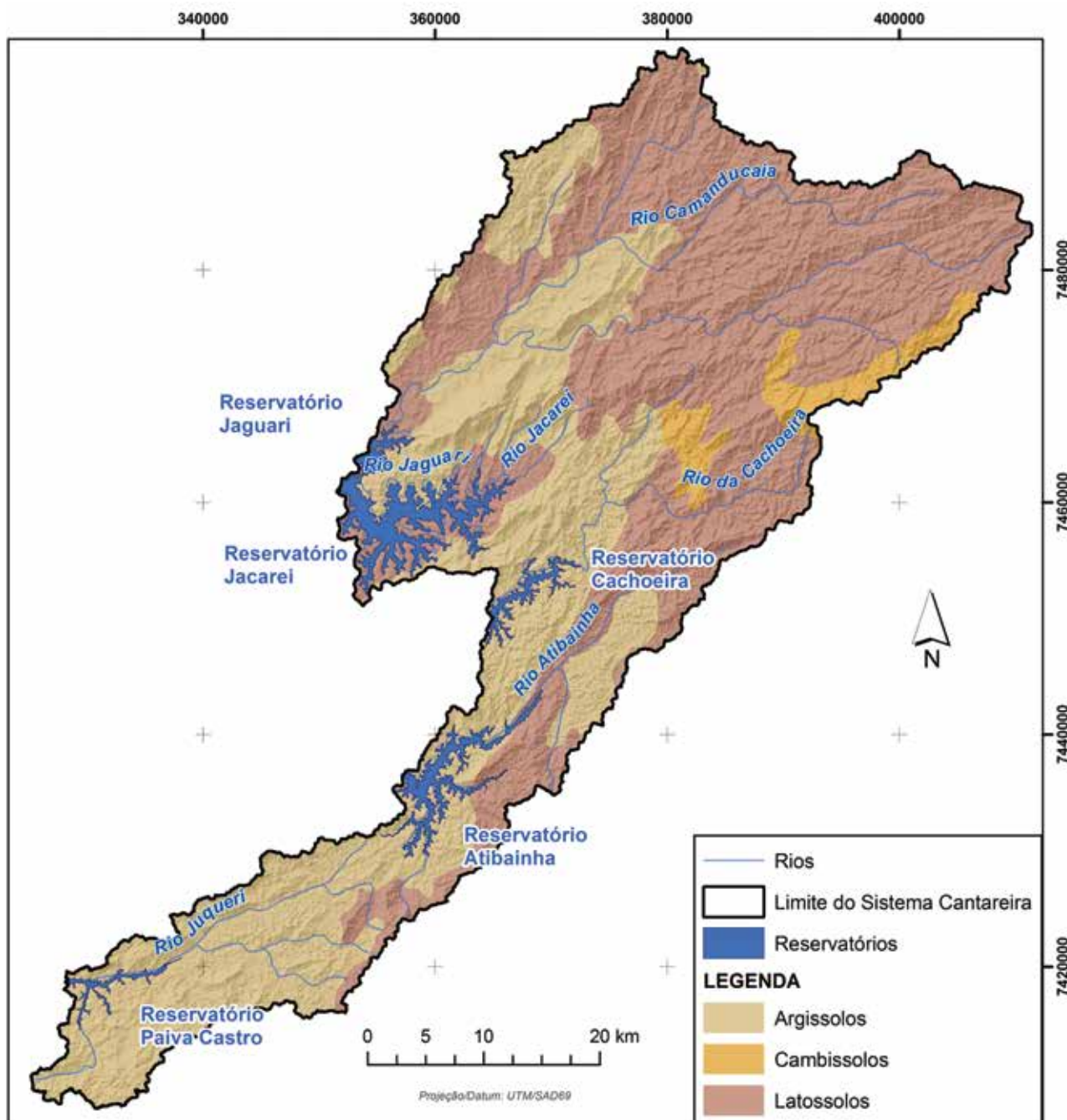


Figura 1.5 - Tipos de solos no Sistema Cantareira (Fontes: Oliveira et al. 1999* e CPRM**).

* Oliveira et al. 1999. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Instituto Agrônomo, Campinas, Embrapa Solos, Rio de Janeiro.

** CPRM - <http://www.cprm.gov.br/>

LATOSSOLO

Fortemente relacionado à intemperização (processo natural de transformação da rocha em solo) e lixiviação intensa (processo de perda dos minerais do perfil do solo, causado pela “lavagem” promovida pelas chuvas torrenciais e pela infiltração de água no solo). Solos profundos, com distribuição relativamente uniforme de argila ao longo do perfil, de coloração homogênea com tonalidades avermelhadas e/ou amareladas. Os Latossolos são permeáveis, em função da textura e da própria mineralogia, especialmente aqueles com textura média ou argilosa. Os Latossolos Amarelos considerados os menos permeáveis. Em geral, os tipos apresentam baixa fertilidade e considerados com maior potencial de erosão.

ARGISSOLO

Solos medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados, com uma camada de solo de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, abaixo de uma camada mais clara e com textura arenosa e baixos teores de matéria orgânica. Desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso. Quando localizados em áreas de relevo plano e suavemente ondulado, esses solos podem ser usados para diversas culturas, desde que sejam feitas correções da acidez e adubação. Em face da grande susceptibilidade à erosão, mesmo em relevo suave ondulado, práticas de conservação de solos são recomendáveis.

CAMBISSOLO

Solos com pequena profundidade, elevado teor de minerais primários (minerais herdados da rocha), presença significativa de fragmentos de rocha na mancha de solo e outros indícios de baixo intemperismo. A presença de maiores quantidades de minerais primários nesse tipo de solo contribui para uma maior reserva nutricional das plantas, o que os torna em muitos casos aptos à utilização agrícola, uma vez atenuados alguns fatores restritivos, tais como pedregosidade, pequena profundidade e declividade excessiva. Suas ocorrências mais expressivas estão em condições de topografia mais íngremes.

1.5 CLIMA

O clima da região do Sistema Cantareira é classificado como Cwb, com invernos frios e secos e verões quentes e úmidos (Alvares et al 2013*). A pluviosidade média anual é de 1570 mm e as temperaturas médias anuais variam de 18° C a 20° C. Entre os anos de 2013 e 2015 o Sistema Cantareira sofreu a maior crise de abastecimento da sua história, devido a uma diminuição das chuvas na região nesse período. Entre Agosto de 2013 e Julho de 2015 a precipitação acumulada foi de 2116 mm, cerca de 67% do que era esperado segundo a média histórica (3143 mm) (Figura 1.6). Isso resultou, em janeiro de 2015, na diminuição nos níveis das represas a 5% da capacidade de armazenamento do Sistema Cantareira.

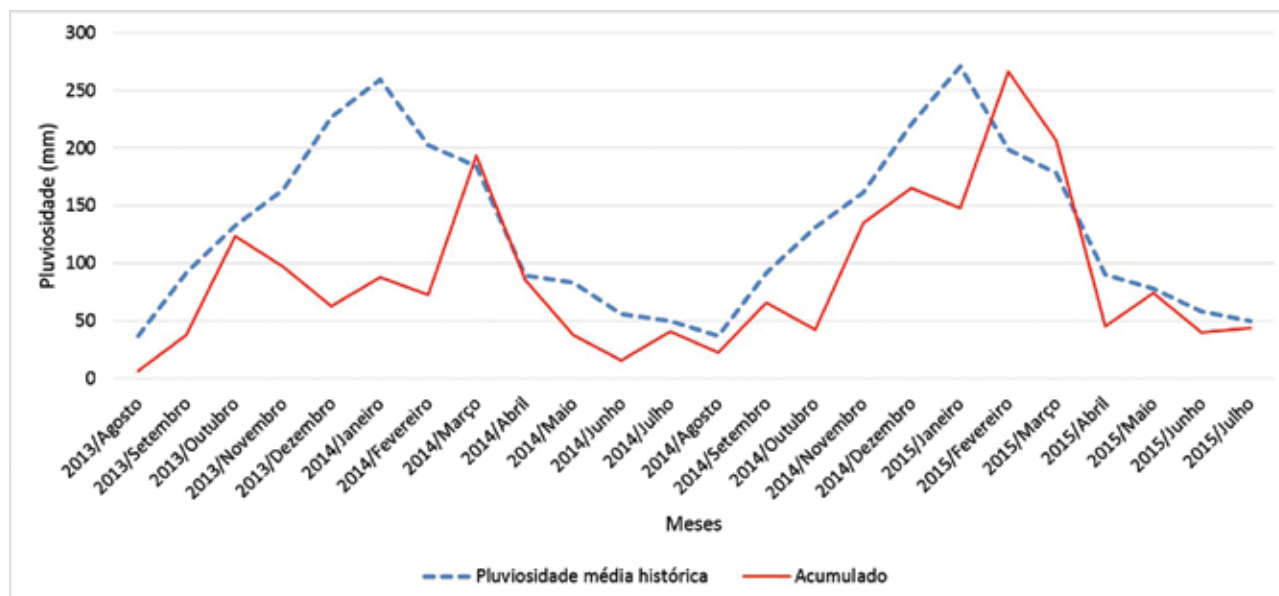


Figura 1.6 – Variação da pluviosidade entre agosto de 2013 e julho de 2015 na região do Sistema Cantareira (Fonte: SABESP**).

* Alvares et al. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 22: 711-728.

**SABESP - <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx>

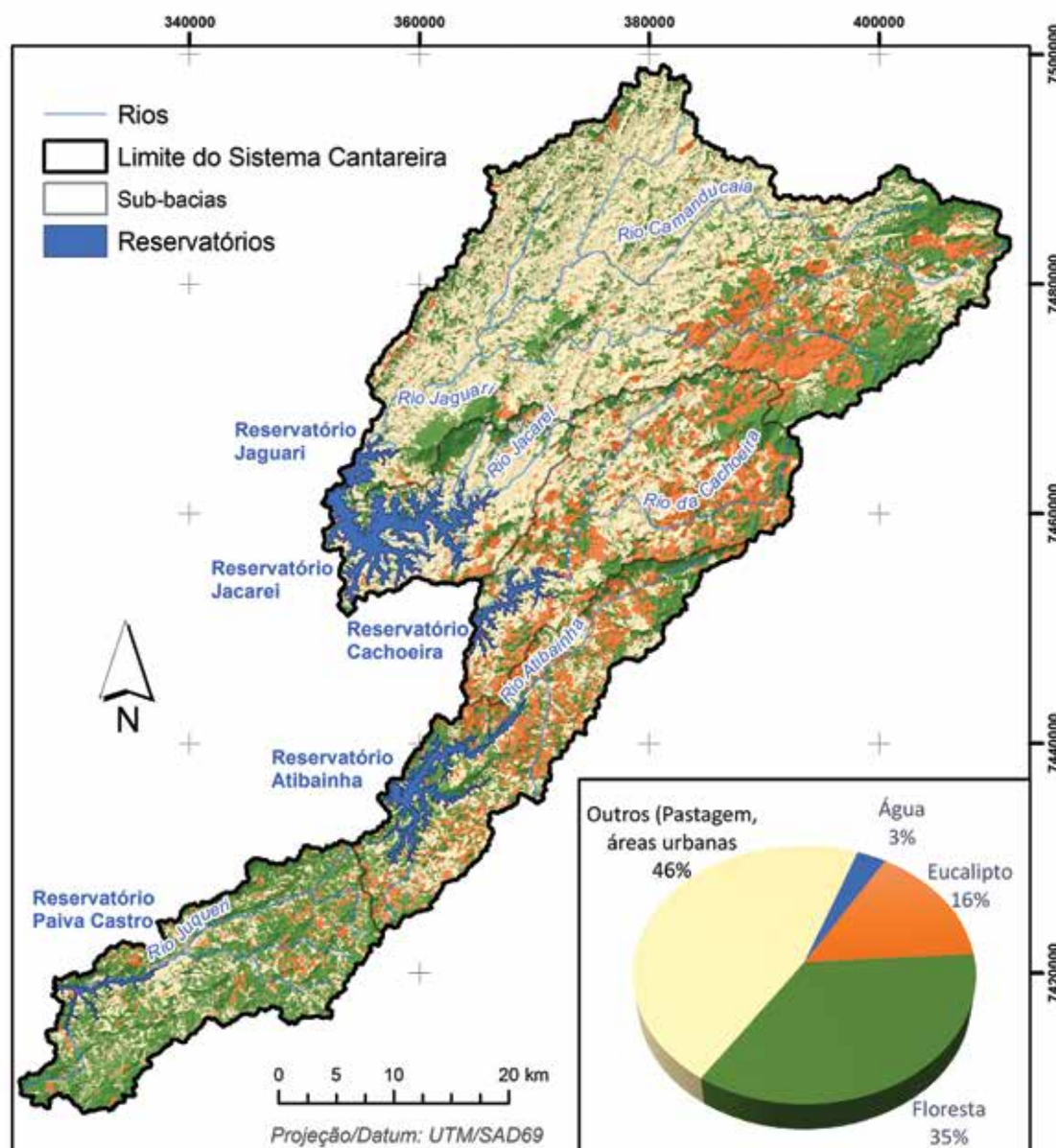
1.6 USO DO SOLO

A paisagem do Sistema Cantareira é predominantemente dominada por áreas antrópicas (61,6%), localizadas em pequenas propriedades (Quadro 1.5 - exemplos de processos de antropização no Sistema Cantareira). Da vegetação nativa restam 35,4%, em diferentes estádios de sucessão e perturbação (Figura 1.7).

Cerca de 46% das áreas são usadas para pastagens e o mais agravante disso é que, em geral, são pastagens degradadas com baixa produtividade e alto impacto ambiental. Pastagens degradadas apresentam baixa biomassa (capim ralo), provocam a compactação do solo, são pobres em nutrientes e biodiversidade e permitem uma maior exposição do solo a processos erosivos. Além de render pouco para o produtor rural (carne e leite), esse tipo de manejo tem impactos na biodiversida-

de, na qualidade da água, e na quantidade de carbono armazenado. Por representar uma atividade que cobre uma grande proporção do Sistema Cantareira, a melhoria do manejo das pastagens traria grandes benefícios econômicos e ambientais para a região.

O reflorestamento (sobretudo de eucalipto) é outra atividade importante para a região, em que encontramos dois tipos de demandas, nos municípios de Nazaré Paulista e Piracaia, a madeira é usada sobretudo como combustível (carvão e lenha), enquanto em Camanducaia a destinação é principalmente para a produção de papel. Os impactos ambientais dessa atividade também estão intimamente associados ao tipo de manejo utilizado, dessa forma, é fundamental um bom planejamento e zoneamento dessa atividade visando aliar os ganhos econômicos e ambientais.



*IPÊ. 2015. Laboratório de SIG do IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas.

CASO NAZARÉ PAULISTA

Durante a construção do Sistema Cantareira, as terras mais baixas do município de Nazaré Paulista antes ocupadas por pequenos produtores familiares foram alagadas pelos reservatórios, provocando o deslocamento compulsório de populações rurais para áreas urbanas e modificando, assim, o modo de uso e ocupação do solo rural. Com a modificação da paisagem em função da ocupação das águas, o turismo despontou como atividade alternativa, atraindo novos moradores provenientes, principalmente, da Região Metropolitana de São Paulo. Esse processo forçou o avanço da ocupação produtiva para as áreas mais altas das propriedades com menor aptidão agrícola, incentivando a expansão das pastagens e dos monocultivos de eucalipto.

CASO CAMANDUCAIA E SAPUCAÍ-MIRIM

A área que abrange as cabeceiras das Bacias Hidrográficas dos Rios Camanducaia e Jaguari, localizadas nos municípios de Camanducaia e Sapucaí-Mirim, possuem grandes áreas ocupadas pela agropecuária e a silvicultura, apesar de apresentarem ainda importantes remanescentes florestais, principalmente junto às nascentes. A silvicultura se relaciona ao reflorestamento de *Pinus* e *Eucalyptus* realizadas pela indústria de papel e celulose atuantes nessa área, enquanto que, já entre as atividades de agropecuária destaca-se a criação de gado para corte e leite.

1.7 VEGETAÇÃO

A região do Sistema Cantareira possui cobertura vegetal típica de Floresta Ombrófila Densa do bioma Mata Atlântica (Quadro 1.5), caracterizada por áreas de elevadas temperaturas, com médias acima de 25° C, e de alta precipitação distribuída durante o ano em variados tipos de solos. A alta umidade propicia a predominância de uma vegetação marcada pela presença de lianas lenhosas (ex. cipós) e epífitas (ex. bromélia). As variações fisionômicas encontradas na vegetação refletem os gradientes de altitude, que, por sua vez, promovem uma grande variação de temperatura (para cada 100 m de altitude, há uma variação de 1°). As áreas de maior altitude do Cantareira, muitas vezes com elevada declividade, são recobertas pelo tipo vegetacional de Florestas Ombrófila Densa Montana (700-1100 m) e Alta Montana (>1100 m) (Figura 1.8).

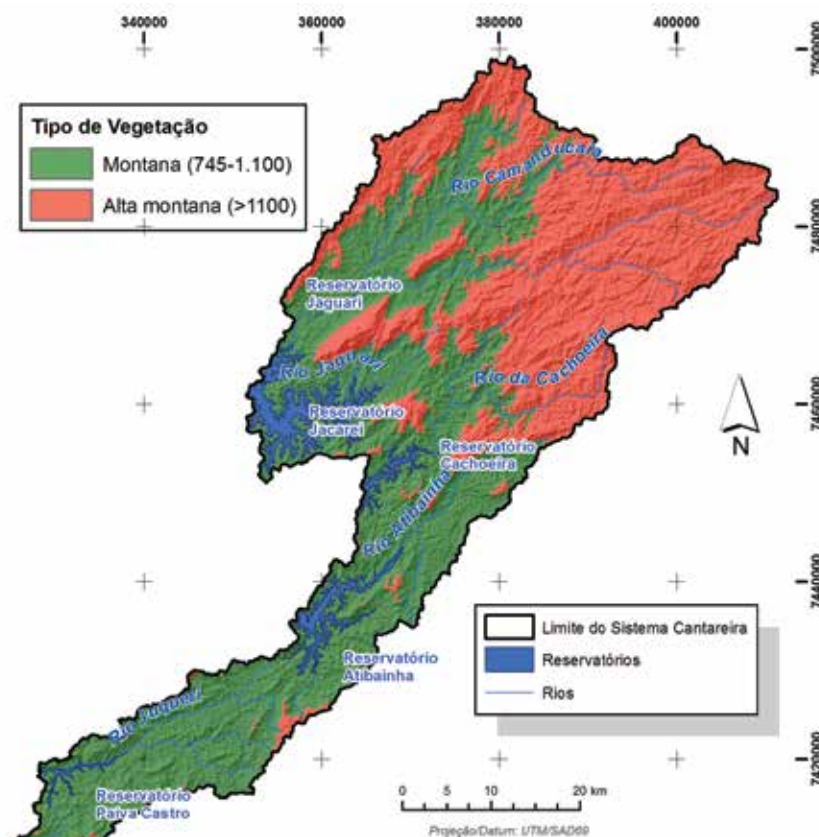


Figura 1.8 – Distribuição dos tipos de Floresta Ombrófila Densa.

Em menores proporções, em alguns municípios ocorre a presença de Floresta Estacional Semidecidual, também conhecida como “Mata Seca”, Floresta Ombrófila Mista (Quadro 1.6), cujo traço marcante é a presença da araucária, e pequenas áreas de formação Campo Cerrado.

MATA ATLÂNTICA

A Mata Atlântica é um bioma brasileiro caracterizado pela presença de floresta tropical, com altas temperaturas e quantidade de chuva. É composta por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude. Decretada como Reserva da Biosfera pela Unesco e Patrimônio Nacional na Constituição Federal de 1988, a Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade e também um dos mais ameaçados do planeta. Abrangia originalmente 1.300.000 km² em 17 estados do território brasileiro, porém atualmente restam entre 11 a 16% de sua cobertura original que se encontra em diferentes estádios de degradação (Ribeiro et al 2009*).

FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A Floresta Ombrófila Mista, recebe esta denominação, pois é constituída tanto por espécies de coníferas quanto por espécies folhosas. Há três espécies de coníferas brasileiras: *Podocarpus lambertii* (pinho-bravo), *Podocarpus sellowii* (pinho-bravo) e *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná). Devido à predominância da última, é também conhecida como Mata das Araucárias. A vegetação é caracterizada por um clima mais temperado, apresentando estações bem definidas, precipitações bem distribuídas e temperaturas mais amenas. Essa vegetação ocorre com maior frequência em altitudes superiores a 800 metros. As espécies típicas como araucária podem ocorrer com a distribuição esparsa ao longo de um bosque contínuo ou com formação de estrato denso de araucária.

É possível identificar uma grande heterogeneidade na cobertura vegetal. Observa-se no Sistema Cantareira a concentração de poucos fragmentos originais em estádios avançados e maduros, geralmente entremeados por capoeiras e áreas bastante degradadas, e numerosos fragmentos médios e pequenos de vegetação secundária, que possuem como característica principal a presença de florestas em diferentes estádios de regeneração.

1.8 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SISTEMA CANTAREIRA

O que são unidades de conservação?

Unidade de Conservação é definida como “Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (SNUC 2004**).

Em geral, as áreas protegidas são bem sucedidas em frear o desmatamento e mitigar os efeitos danosos da extração de madeira, da caça, de incêndios, da pesca e do pastejo. Além disso, as áreas protegidas frequente-

mente abrigam exemplos únicos de remanescentes de determinados tipos de habitats e populações de espécies. Além de salvaguardar a biodiversidade, as áreas protegidas fornecem outros benefícios para os seres humanos como: abastecimento de água e proteção contra inundações, preservação de valores culturais e redução dos efeitos das mudanças climáticas. Dessa forma é uma das ferramentas mais efetivas atualmente para a conservação da biodiversidade, preservação dos recursos naturais e a promoção da qualidade de vida da sociedade.

* Ribeiro et al. 2009. *The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological Conservation* 142: 1141-1153.

** Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), 2004. *Lei nº9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. 5 ed. aum. Ministério do Meio Ambiente/SBF, Brasília, 56p.*

Categorias de unidades de conservação

As Unidades de Conservação são divididas em dois grandes grupos: Proteção Integral e Uso Sustentável. O principal objetivo das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, enquanto que, as Unidades de Uso Sustentável têm como finalidade compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais (Lei nº. 9.985/00). Esses grupos ainda são subdivididos em outras categorias dependendo das finalidades das unidades de conservação, somando no total 12 tipos de Unidades de Conservação (Quadro 1.7).

Existem também áreas legalmente protegidas que não fazem parte do SNUC, são as Áreas de Preservação Permanente - APPs, as Reservas Legais - RLs, as Terras Indígenas - TIs e as Áreas de Reconhecimento Internacional – ARIs.

Quadro 1.7 - Categorias do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.

Unidades de Proteção Integral

I - Estação Ecológica

II - Reserva Biológica

III - Parque Nacional

IV - Monumento Natural

V - Refúgio de Vida Silvestre

Unidades de Uso Sustentável

I - Área de Proteção Ambiental

II - Área de Relevante Interesse Ecológico

III - Floresta Nacional

IV - Reserva Extrativista

V - Reserva de Fauna

VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável

VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Na região do Sistema Cantareira temos três categorias de unidades de conservação, duas de proteção integral, Parque Estadual (PE) e Monumento Natural (MN) e uma de uso sustentável, área de proteção ambiental (APA) (Tabela 1.2, Figura 1.9). Além das áreas protegidas públicas temos ainda as áreas privadas, as reservas particulares do patrimônio natural (RPPN) (Quadro 1.8).

Quadro 1.8 – Finalidade das categorias de UCs presentes no Sistema Cantareira.

PARQUES

Preservação de ecossistemas naturais possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

MONUMENTOS NATURAIS

Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)

Área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, tem como objetivos básicos proteger a biodiversidade, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL (RPPN)

Área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Quadro 1.9 – História das Unidades de Conservação no Sistema Cantareira.

HISTÓRIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SISTEMA CANTAREIRA

Em meio às montanhas da Serra da Cantareira, o Parque Estadual da Cantareira foi a primeira Unidade de Conservação a ser criada na região, em agosto de 1963, sendo um importante corredor ecológico, fundamental para o deslocamento de animais entre os maciços florestais da Cantareira e para a sobrevivência de espécies, como a onça-parda. Várias décadas depois, em março de 2010, foram criadas novas Unidades de Conservação, o Parque Estadual Itapetinga, o Parque Estadual Itaberaba e o Monumento Natural Pedra Grande, para formar o denominado Sistema de Áreas Protegidas do Contínuo da Cantareira (Ver Figura 1.10), com a finalidade de compor o maior remanescente florestal protegido de toda a região metropolitana de São Paulo.

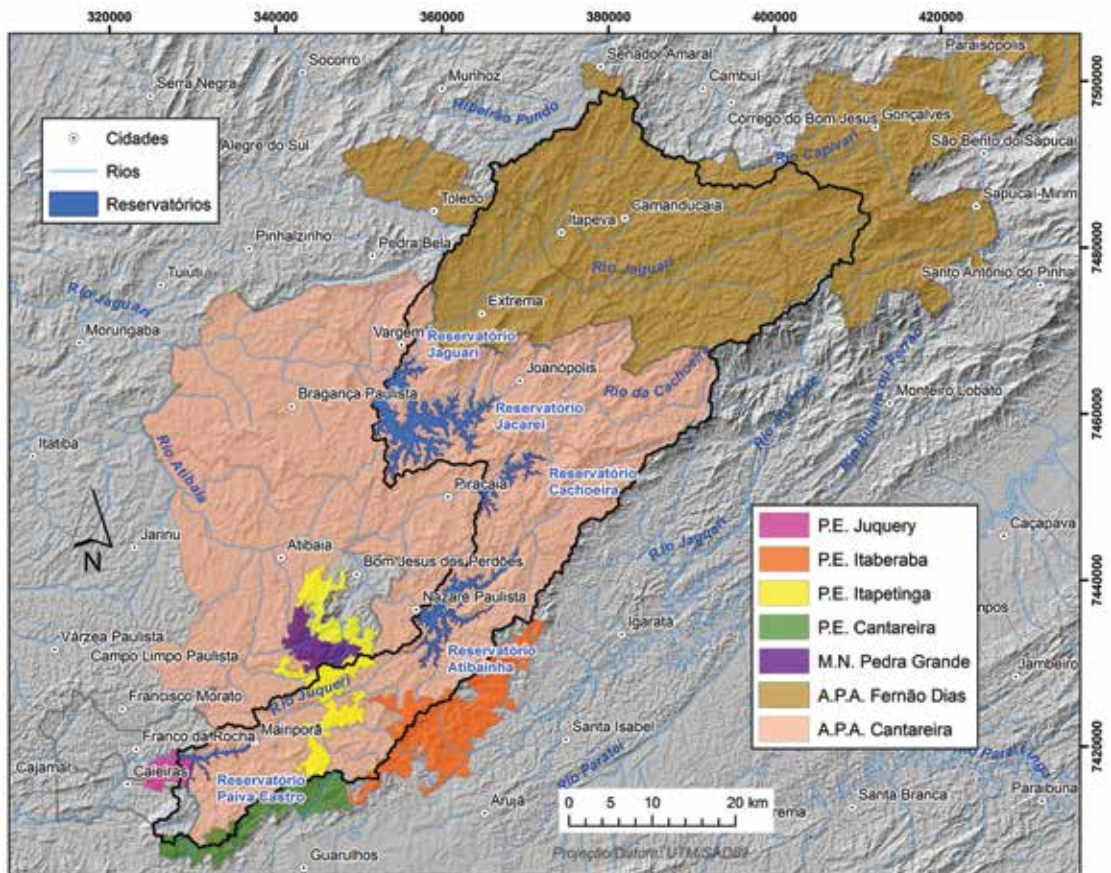


Figura 1.9 - Unidades de Conservação na região do Sistema Cantareira.

Tabela 1.2 - Unidades de Conservação na região do Sistema Cantareira.

Grupos	Categorias	Nome da UC	Data da criação	Área (ha)	Municípios	Objetivos
Proteção Integral	Parque Estadual	PE da Cantareira	1963	7916	São Paulo, Mairiporã, Caieiras e Guarulhos	Proteger os mananciais para garantir o abastecimento de água para a Região Metropolitana de São Paulo
	Parque Estadual	PE Itapetinga	2010	10192	Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã e Nazaré Paulista	Proteger a biodiversidade e os recursos hídricos da região norte-nordeste da Serra da Cantareira
	Parque Estadual	Itaberaba	2010	15113	Arujá, Guarulhos, Nazaré Paulista e Santa Isabel	Proteger a biodiversidade e os recursos hídricos da região norte-nordeste da Serra da Cantareira
	Parque Estadual	PE do Juquery	1993	2058	Franco da Rocha e Caieiras	Conservar os remanescentes de vegetação nativa de Mata Atlântica e Cerrado e preservar as áreas de Mananciais do Sistema Cantareira
	Monumento Natural	MN da Pedra Grande	2010	3297	Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Nazaré Paulista e Mairiporã	Preservar os atributos bióticos, abióticos e cênicos do maciço da Pedra Grande
Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	APA Cantareira	1998	29200	Atibaia, Nazaré Paulista, Bragança Paulista, Joanópolis, Piracaia, Vargem e Mairiporã	Proteger os recursos hídricos da região, especialmente os reservatórios que compõem o Sistema Cantareira
	Área de Proteção Ambiental	APA Fernão Dias	1997	180073	Sapucaí-Mirim, Brazópolis, Toledo, Extrema, Camanducaia, Gonçalves, Paraisópolis e Itapeva	Proteger os recursos hídricos e fragmentos florestais da Mata Atlântica, conservar o solo, promover o turismo e incentivar a prática de ações de Educação Ambiental em todos os municípios integrantes.

Ameaça à biodiversidade

Na região do Sistema Cantareira habitam várias espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção. Como exemplos da fauna ameaçada podemos citar: jaguatirica (*Leopardus pardalis*), sagüi-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*), o barbudinho-do-sul (*Phylloscartes eximius*) e camaleãozinho (*Enyalius perditus*). No caso da flora, uma espécie ameaçada de importância econômica é a palmeira-juçara (*Euterpe edulis*).

De modo geral as principais ameaças à biodiversidade são: a perda e fragmentação de habitats naturais, ocupações humanas, incêndios florestais, caça, sobreexploração de recursos naturais, construção de estradas, assoreamento de cursos d'água e espécies invasoras.

Foto 1.1 - Palmeira-juçara Euterpe edulis. Espécie altamente ameaçada devido ao corte do palmito, um produto amplamente consumido. A presença da Palmeira-juçara no PEC é surpreendente, uma vez que esta espécie é cada vez mais escassa nas Unidades de Conservação da região.



Foto 1.2 - O Monumento Natural da Pedra Grande é utilizado para práticas de esportes radicais como asa delta e parapente. Além disso, as diversas pedras que compõe o maciço e o relevo acidentado no entorno da laje proporcionam a prática de esportes de montanha (escalada e rapel) e trilhas utilizadas para trekking e mountain biking.

1.9 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Com base nos dados do Censo demográfico do IBGE de 2010, a população estimada que vive dentro da área de contribuição das bacias das represas é de 158.000 habitantes (Figura 1.10), sendo que as maiores concentrações das populações estão localizadas nas sedes municipais e entornos, sobretudo de Mairiporã e Extrema. Esses dados indicam ainda que em mais de 50% da região a concentração é relativamente baixa, com até 13 habitantes por quilômetro quadrado.

Em termos de rendimentos nominais mensais, para a maior parte do Sistema Cantareira, verifica-se um valor baixo que não ultrapassa o valor do salário mínimo brasileiro (de R\$788,00 em 2015, Figura 1.10). Observa-se também que há uma forte correlação entre a densidade populacional e o valor do rendimento nominal mensal, em que nos locais de maiores concentrações, como nas sedes municipais, estão os maiores rendimentos. Esses dados mostram uma discrepância entre as zonas urbanas e rurais, sendo que a maior riqueza em termos financeiros está no centros urbanos.

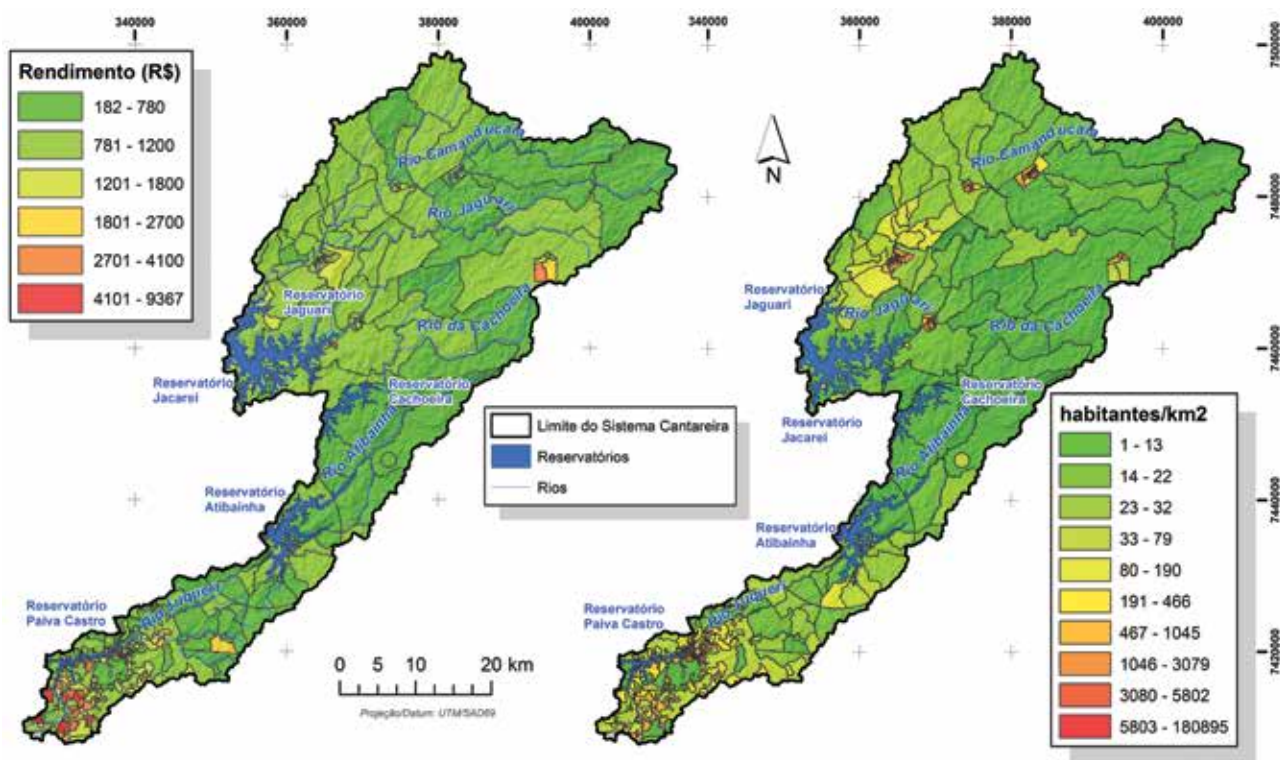


Figura 1.10 – Rendimento mensal médio das pessoas responsáveis por domicílios e o tamanho populacional residente nos setores censitários do Sistema Cantareira (Fonte: IBGE*).

* IBGE – www.ibge.gov.br

Indicadores socioeconômicos dos municípios

Um dado econômico bastante utilizado é o PIB (Produto Interno Bruto), que mede a soma monetária de todos os bens e serviços produzidos em uma determinada região. Entre os municípios do Sistema Cantareira há uma diferença muito significativa (Figura 1.11). Por exemplo, o município de Extrema-MG possui um PIB per capita aproximadamente 12 vezes maior do que o município vizinho de Vargem-SP. Outra informação importante referente aos municípios do Sistema Cantareira é o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que reflete indicadores de longevidade, educação e renda. Em 2010, os índices variaram de 0,678 (Nazaré Paulista-MG) a 0,788 (Mairiporã-SP) e entre 1991 e 2010 o índice teve um aumento médio de 56% para os 12 municípios que fazem parte do Sistema Cantareira (Figura 1.12). Ressalte-se que, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano do município.

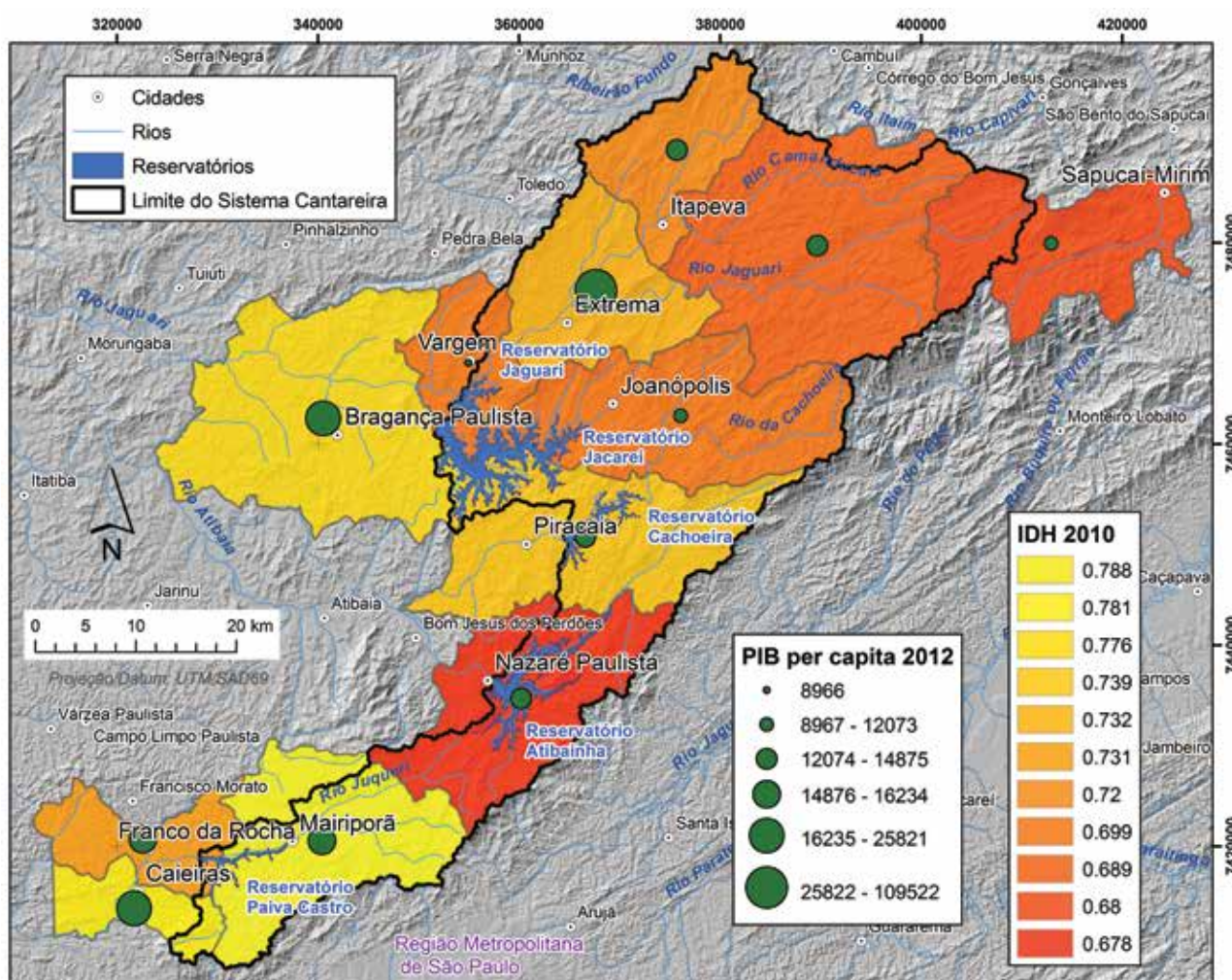


Figura 1.11 – Indicadores socioeconômicos dos municípios da região do Sistema Cantareira: PIB – o produto interno bruto e o IDH – índice de desenvolvimento humano (Fontes: IBGE*).

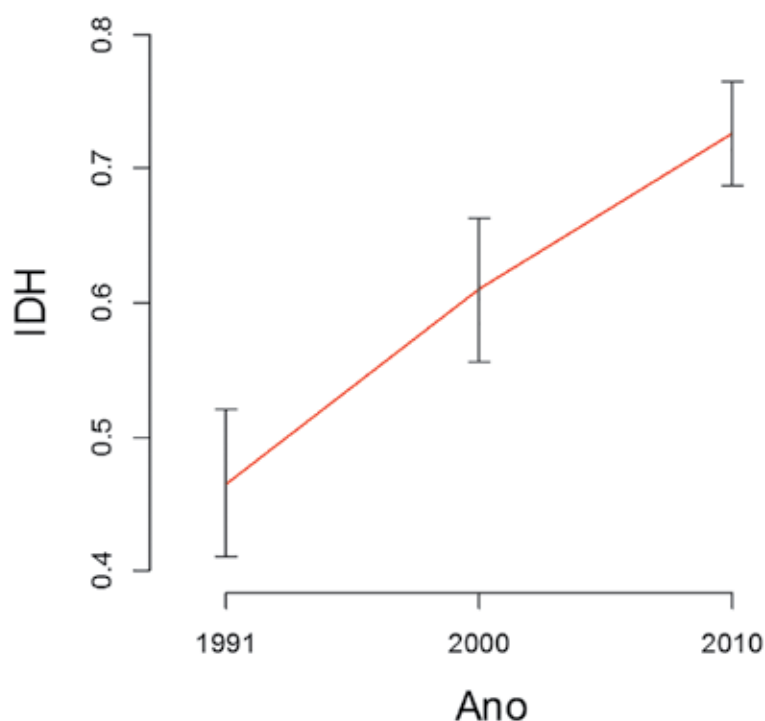


Figura 1.12 – Variação média do IDH dos municípios que compõem o Sistema Cantareira entre os anos de 1991 e 2010. A barra de erro representa o desvio padrão do IDH entre os municípios (Fonte: IBGE).

Produção rural

Como verificado anteriormente (seção 1.6.), na área abrangida pelo Sistema Cantareira, as duas principais atividades rurais são a pecuária e a silvicultura, principalmente de eucalipto, sendo essa primeira o principal sistema de produção de 10 municípios da região e, a silvicultura, dos dois municípios restantes (Figura 1.13). Esse dado é derivado da quantidade de estabelecimentos agropecuários e de suas áreas totais existentes nos municípios que compõe o Sistema Cantareira, conforme divulgação do censo agropecuário realizado pelo IBGE em 2006. Esses números são relativos à área total do município, e não somente à parte inserida no Sistema Cantareira.

Em relação ao rebanho bovino, entre 2004 e 2013, houve um crescimento de 29% no período. No mesmo período, a produção de lenha, proveniente de florestas plantadas, cresceu 54%, enquanto que a produção de madeira em tora (pinus e eucaliptus) cresceu 3% (Ta-

bela 1.3). Esses dados mostram o crescimento dessas atividades na região.

O aumento populacional representa uma pressão à zona rural dos municípios. A grande pressão do crescimento populacional associada ao desenvolvimento de atividades impactantes expõe áreas de vegetação natural a riscos de supressão e fragmentação florestal. Além disso, o uso inadequado do solo, sobretudo nas pastagens e plantações de eucalipto no entorno do Sistema Cantareira, impacta a qualidade e quantidade de água. Os serviços ecossistêmicos como a provisão da água no Sistema Cantareira depende diretamente de mudanças nos tipos de produção existentes através da recuperação e manejo de áreas de pastagens no local, recomposição florestal em áreas de APP, subsidiados por programas/política de adequação ambiental que visem a conservação do solo e da água.

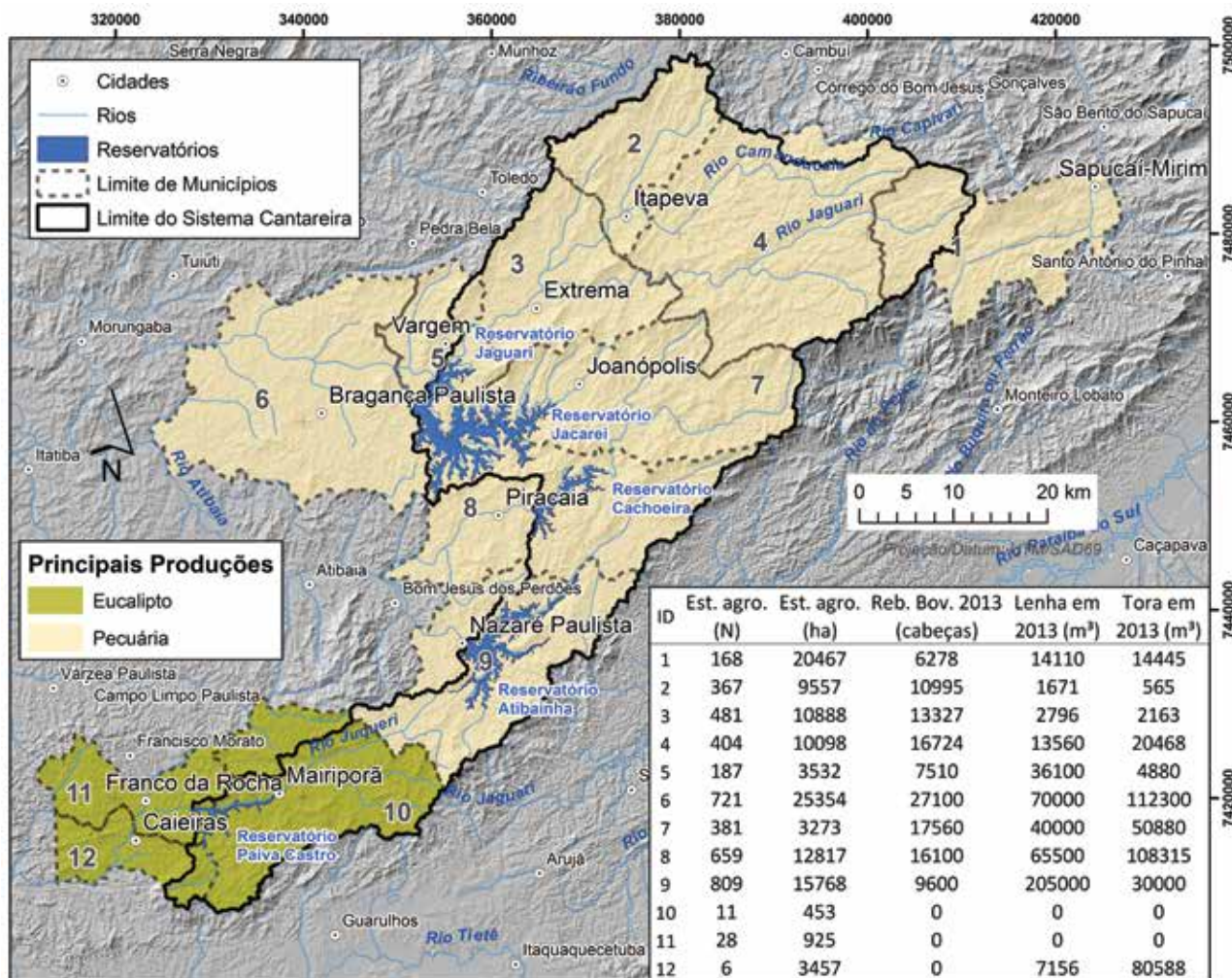


Figura 1.13 – Produção nos municípios do Sistema Cantareira: Número de Estabelecimentos Agropecuários (Est. Agro.(N)), Área dos Estabelecimentos Agropecuários (Est. Agro.(ha)), tamanho do Rebanho bovino em 2013 (Reb.Bov.2013), Volume da lenha (Lenha) e da tora (Tora) produzida (Fontes: IBGE, LUPA 2008*).

Tabela 1.3 – Variação da produção da pecuária e da silvicultura para todos os municípios que compõem a região do Sistema Cantareira.

Produção	2004	2013
Rebanho bovino (cabeças)	97 160	125 194
Quantidade de lenha produzida (m³)	289 082	455 893
Quantidade de madeira em tora (m³)	411 170	424 604

*IBGE. 2010. Censo Agropecuário 2006; Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, CATI/IEA, Projeto LUPA 2008.

2. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DO SISTEMA CANTAREIRA

2.1 O QUE SÃO SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS?

Serviços ecossistêmicos são benefícios gerados pelas funções ecológicas dos ecossistemas, usados secundariamente pelos seres humanos. Entre os serviços gerados destacam-se: a regulação da água, controles biológicos, regulação de gases (e.g. o sequestro de carbono pelas florestas) e a polinização.

Nas imagens a seguir ilustramos os diversos serviços prestados pela natureza.



Fotos 2.1 - Qualidade do ar (produção de energia e sequestro de carbono).



Fotos 2.2 - Qualidade e regulação da água (ciclos de chuva para irrigar as plantações, disponibilização da água para consumo, manutenção do habitat aquático e controle de erosão).



Fotos 2.3 - Florestas (produção de madeira, substâncias medicinais, fibras e alimento).



Fotos 2.4 - Alimentos produzidos e oferecidos pelos ecossistemas (frutas e polinização das flores).



Fotos 2.5 - Paisagens naturais (cachoeiras, observação de animais selvagens, passeio em trilha).



Fotos 2.6 - Biodiversidade (recursos genéticos e produção de novos produtos).

Segundo a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MA) os serviços ecossistêmicos são divididos em quatro categorias: serviços de provisão, regulação, culturais e suporte (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Categorias de serviços ecossistêmicos.

Serviços Ecossistêmicos	
Serviços de provisão	Relação com a matéria-prima utilizada pelo homem, como alimentos, água doce, madeira, fibras e recursos genéticos.
Serviços de regulação	Relação com as condições ambientais que sustentam a humanidade, como regulação do clima, qualidade da água, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos e controle de pragas e doenças.
Serviços culturais	Relação com o turismo ecológico, por exemplo, trazendo benefícios vinculados ao lazer, educação, inspiração e espiritualidade.
Serviços de suporte	Relação com os processos naturais necessários para que os outros serviços possam existir como a formação do solo, ciclagem de nutrientes e outros processos ecológicos.

*Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

A manutenção desses serviços depende da conservação do meio ambiente, bem como, de ações que possam reduzir os impactos causados pela interferência humana no ambiente natural. O processo de destruição e a exploração dos recursos naturais têm afetado diretamente o fornecimento dos serviços ecossistêmicos.



Fotos 2.7 - Poluição da água, solo, ar e desmatamento.

Dentro desse cenário em que o planeta sofre com os impactos humanos sobre os recursos naturais, a valoração dos serviços ecossistêmicos é uma importante ferramenta para a gestão ambiental.

Mas afinal, o que é valoração ambiental?

A valoração ambiental é um instrumento que, basicamente busca atribuir valor monetário aos serviços ecossistêmicos, evitando que estes sejam degradados, incentivando a sua recuperação ou contribuindo para sua conservação (Costanza et al 1997).

Uma estratégia derivada da valoração ambiental é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que quando bem estruturado, é capaz de nortear ações sustentáveis, considerando critérios de eficácia ambiental, econômica e justiça social, mostrando o custo que a degradação gera, criando novas técnicas para o uso sustentável dos recursos (Quadro 2.1). A Figura 2.1 ilustra um possível esquema de PSA relacionando o Sistema Cantareira de abastecimento de água e a região metropolitana de São Paulo.

Quadro 2.1
O Pagamento
por Serviços
Ambientais

O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

O PSA é uma política inovadora que remunera ou recompensa o cidadão e/ou comunidade que realizam ações de restauração e conservação dos serviços ecossistêmicos (os provedores dos serviços ambientais). Os pagadores seriam as pessoas ou instituições que se beneficiam do uso desses serviços.

Os recursos podem ser adquiridos por meio de impostos arrecadados pelo governo, contribuições do setor privado cujo negócio envolve recursos naturais relevantes como insumo para produção ou prestação do seu serviço.

Destacam-se como vantagens dos pagamentos por serviços ambientais: a conservação ambiental, geração de renda, bem-estar social e decisões de política ambiental.

Trata-se de um caminho diferenciado para a conservação do meio ambiente, onde se encontram estímulos e incentivos para sua proteção e não somente controle de condutas com punições, semeando a consciência ambiental na sociedade para que seja possível um desenvolvimento sustentável.

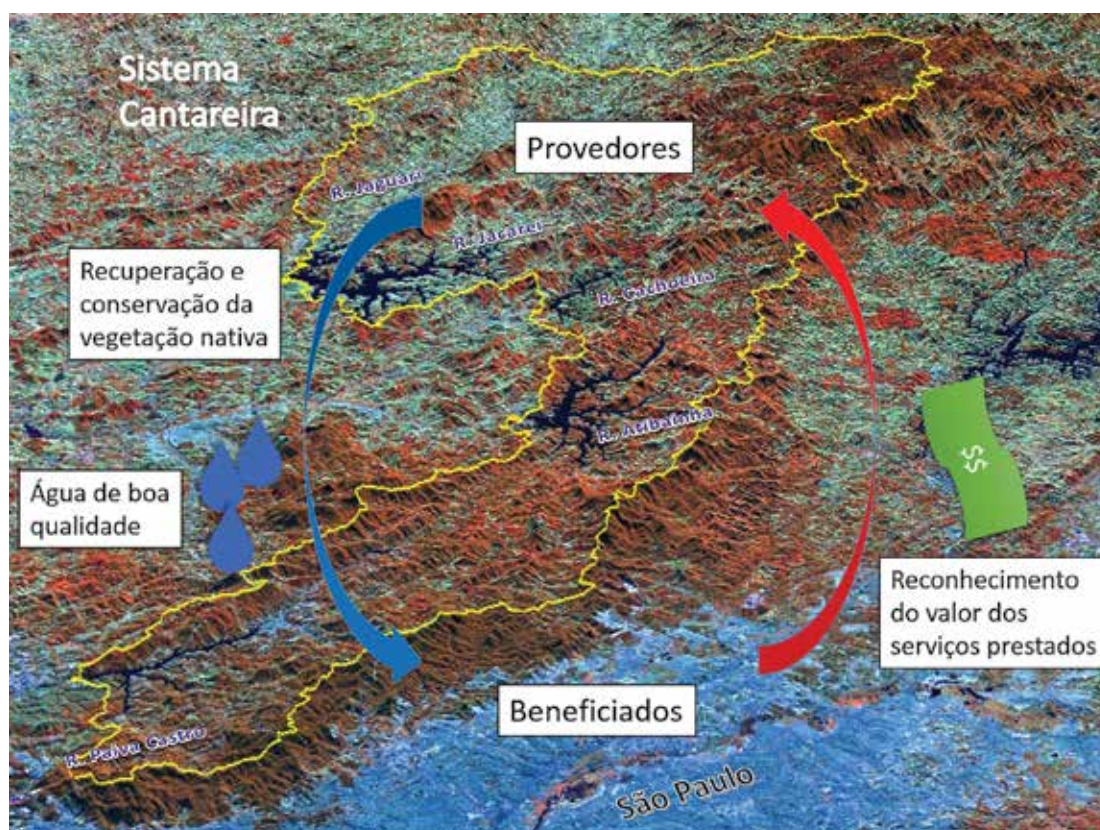


Figura 2.1
– Possível
esquema
de PSA que
poderia ser
adotado
entre a região
metropolitana
de São Paulo
e a região
do Sistema
Cantareira.

* Costanza et al. 1997. The value of the world's service and natural capital. Nature 387: 253–260.

2.2 A INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA PAISAGEM NA OFERTA DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

A Paisagem é um mosaico de ecossistemas que se interagem (Figura 2.2), sejam naturais (rios, lagos, florestas, campos) ou transformados pela interferência humana (pastagem, agricultura, estradas). Nessa escala ocorrem múltiplas funções ecossistêmicas que são reguladas pela composição e configuração da paisagem. Dessa forma, conhecer como essas funções se interagem, se contrapõem ou agem sinergicamente, é fundamental para propor cenários que contemplem tanto a proteção da biodiversidade como a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Uma paisagem composta integralmente por florestas nativas conservam da melhor maneira muitos serviços ecossistêmicos entre eles a qualidade e regularidade da água, a formação e conservação dos solos e o armazenamento de carbono. Além disso, permitem a manutenção de uma alta biodiversidade. Por outro lado, quando essa floresta é desmatada para a implantação de uma atividade humana, como, por exemplo, a criação de pastagens ou a prática agrícola, ganha-se alguns serviços como a produção de alimentos, no entanto, perdem-se muitos outros. Essa perda depende de vários fatores da paisagem, entre os mais importantes estão: a proporção de habitat natural na paisagem, tamanho e isolamento de remanescentes de habitat e a conectividade da paisagem.

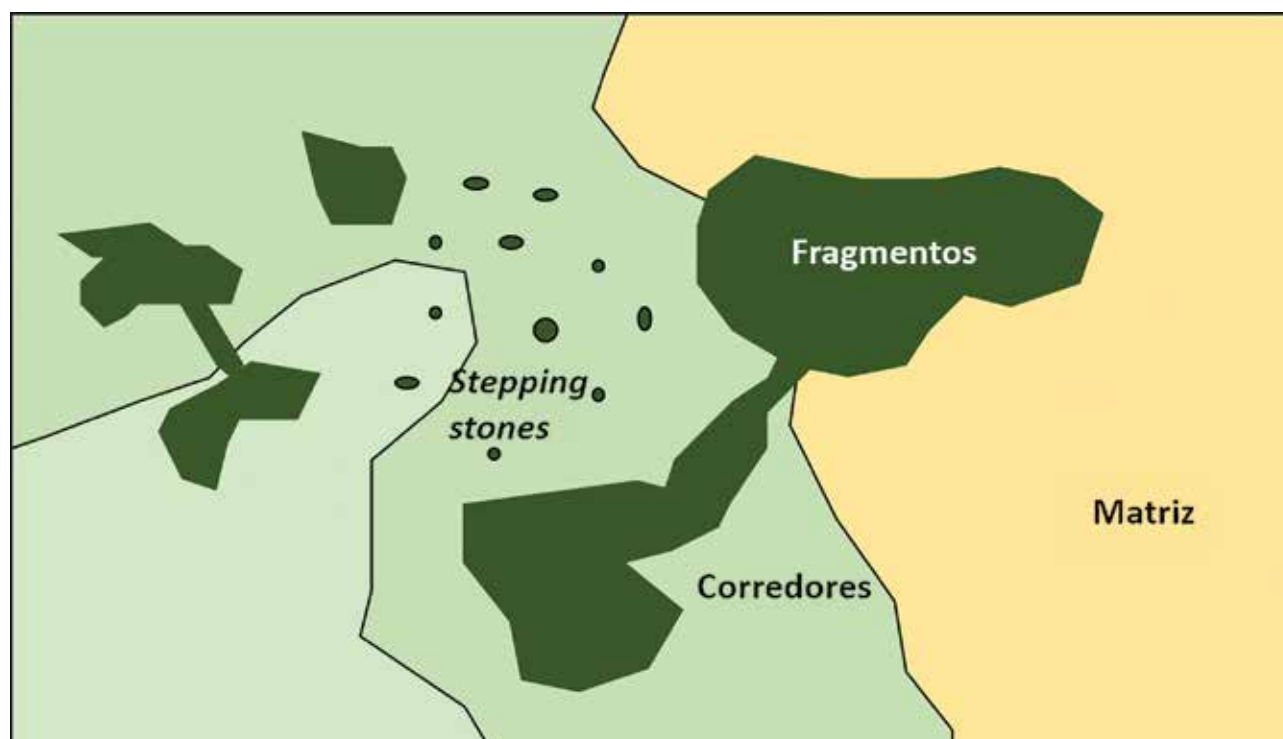


Figura 2.2 – Composição da paisagem.

Proporção de habitat

A redução da proporção dos habitats naturais causada pela ocupação humana é um dos primeiros e principais fatores que contribuem com a diminuição da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Conforme os habitats naturais perdem espaço para ambientes antropizados (expansão urbana, agropecuária, construção de estradas etc), aumentam os riscos de extinção de inúmeros táxons tanto em níveis locais, regionais e globais (Fahrig 2003*), normalmente as espécies mais sensíveis são as primeiras a desaparecerem. Paralelamente, essas alterações causam prejuízos socioeconômicos ao reduzirem a oferta de muitos serviços ecossistêmicos (Figura 2.3).

Figura 2.3 – Redução da proporção de habitat em um gradiente de perda e fragmentação da paisagem.



REDUÇÃO

- Biodiversidade
- Conectividade da paisagem
- Tamanho dos fragmentos
- Proteção de corpos d'água
- Carbono armazenado
- Polinização

AUMENTO

- Efeito de borda
- Isolamento dos fragmentos
- Emissão de carbono na atmosfera
- Espécies invasoras

Tamanho e isolamento dos fragmentos

Em paisagens já bastante modificadas, com menos de 50% de áreas naturais, o habitat se torna segmentado (fragmentado) e o tamanho e grau de isolamento dos fragmentos remanescentes influenciam diretamente na ocorrência das espécies animais e de plantas que sobrevivem nessas áreas. Fragmentos pequenos apresentam menos recursos (por exemplo, alimentos e abrigos) e, por isso, conseguem manter apenas populações pequenas das espécies. Devido a esse baixo número de indivíduos, essas populações apresentam maiores chances de desaparecerem localmente. Essas chances são ainda maiores quando esses fragmentos estão muito isolados, ou seja, muito distantes de outros fragmentos de habitats naturais, visto que a probabilidade de receber migrantes é reduzida nesses casos.

* Fahrig 2003. *The Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487-515.

Conectividade da paisagem

A conectividade é outro fator importante em áreas bastante modificadas. É uma medida do quanto os organismos conseguem se movimentar pela paisagem, influenciando no grau de isolamento das populações nos fragmentos de habitat. A conectividade pode ser influenciada pela permeabilidade da matriz ou pela presença de corredores ecológicos e stepping stones (trampolins ecológicos).

A matriz corresponde às áreas de vegetação não nativas. Em paisagens em que a matriz é mais permeável o efeito da perda de habitat deve ser menos intenso, visto que o isolamento efetivo entre as populações é menor. Em geral, quanto maior a diferença da composição e estrutura da matriz em relação à vegetação nativa, maior deve ser a resistência dessa a passagens das espécies. Por exemplo, uma área de pastagem convencional apenas com gramíneas deve apresentar uma permeabilidade menor do que um sistema silvipastoril em que são inseridas árvores no manejo.

Os corredores são elementos lineares da paisagem com a função de ligar remanescentes de habitat. Indivíduos que não conseguem atravessar a matriz podem usar essas áreas para trafegar com mais segurança entre um fragmento e outro. Hoje em dia são considerados uma das formas de manejo da paisagem mais importante para conservação da biodiversidade em ambientes fragmentados.

Os trampolins ecológicos são estruturas pontuais dispersas na matriz, podendo ser formados por pequenos fragmentos florestais ou até árvores isoladas. De maneira semelhante aos corredores ecológicos, esses elementos têm a função de aumentar o movimento das espécies pela paisagem. Um determinado organismo poderia usar essas áreas para descanso, alimentação ou abrigo ao invés de percorrer um longo caminho de uma só vez, aumentando seu sucesso de atravessar a paisagem.

Paisagem e os Serviços Ecossistêmicos

É relevante conhecer a congruência na variação da oferta dos serviços ecossistêmicos com as mudanças no ambiente, pois isso permite planejar paisagens que otimizem essas produções. Por exemplo, ao mesmo tempo em que manejamos uma paisagem mantendo-a com alta proporção de floresta para aumentar o estoque de carbono, podemos promover o aumento na conectividade da paisagem, facilitando a movimentação dos organismos. Consequentemente, essas ações, por gerarem mais fluxos pela paisagem, devem beneficiar a polinização de culturas produzidas no entorno dessas áreas. Se essas áreas florestais ainda estiverem nas margens de rios e lagos, elas podem ajudar na retenção dos sedimentos, evitando a perda de solo e conservando melhor a qualidade e quantidade da água. Por outro lado, se uma floresta nativa é substituída por reflorestamento, como a plantação de eucalipto, gera-se um recurso importante que é a madeira, no entanto, este acontece em detrimento a outros serviços ecossistêmicos que são perdidos. Pois essa plantação pode não ser tão eficiente quanto a floresta para evitar processos erosivos, aumentar a conectividade da paisagem e sequestrar o carbono da atmosfera.

Estes exemplos ilustram como a paisagem com elementos bem conservados como fragmentos de mata conectados e não muito pequenos, por exemplo, podem beneficiar a oferta de serviços ecossistêmicos tais como, polinização, controle de erosão, qualidade da água, entre outros. Para garantir a manutenção do equilíbrio dinâmico ambiental de uma região, é necessário o planejamento da ocupação territorial, manejando-se a paisagem de modo que ela permita que os serviços ecossistêmicos aumentem a produção agropecuária e ao mesmo tempo mantenham a resiliência dos recursos naturais, efetivando-se a sustentabilidade local.

As paisagens do Sistema Cantareira

Como visto anteriormente, a cobertura florestal no Sistema Cantareira é de 35% da área total. Apesar de corresponder em grande parte a florestas secundárias, esse percentual é maior do que muitas outras regiões de Mata Atlântica, tendo em vista que para todo este bioma a estimativa é que restem entre 11 e 16% da cobertura original. No entanto, por ser uma importante área de manancial, uma ocupação florestal maior seria mais desejável, sobretudo nas áreas mais vulneráveis: entorno de corpos d'água (rios, represas e nascentes) e nas áreas mais íngremes.

Ao longo do Sistema Cantareira é possível perceber uma grande variação da cobertura florestal, que possivelmente reflete na distribuição da diversidade na região. Os maiores remanescentes estão localizados na porção sul e nordeste do Sistema, onde há maior conectividade da paisagem (Figura 2.4) e provavelmente onde se concentram mais espécies. Dessa forma, essas áreas deveriam ter priorização para a conservação.

Avaliando a conectividade da paisagem (Figura 2.4) é possível perceber ainda que o aumento da conexão através de ações de restauração no eixo norte-sul é mais importante do que em outras direções, visto que o restabelecimento dessa ligação unirá grandes maciços

florestais. A restauração para o aumento da conectividade é importante sobretudo nas áreas de contribuição da represa do Atibainha e do Cachoeira.

Embora a restauração florestal seja uma ação importante de ser planejada e executada na região, é necessário também a implantação de ações de manejo mais adequadas para as áreas produtivas. Quase 50% da região é composta por pastagem, em sua maioria altamente degradada. Esse tipo de ocupação não apenas é danoso para a biodiversidade que ocupam os fragmentos florestais, visto que apresentam baixa permeabilidade para espécies florestais, como também provocam a perda e erosão do solo, sedimentação em rios e represas, e representam um baixo retorno financeiro para os proprietários rurais. Dessa forma, é preciso planejar formas mais adequadas de uso do solo, que contemplem a conservação da biodiversidade, a conservação dos serviços ecossistêmicos e que tragam maior renda aos donos de terra na região. Entre os sistemas que podem aliar esses vários ganhos, que se adequam a região, podemos citar: o manejo de pastagem ecológica, os sistemas agroflorestais e a fruticultura orgânica com plantas perenes.

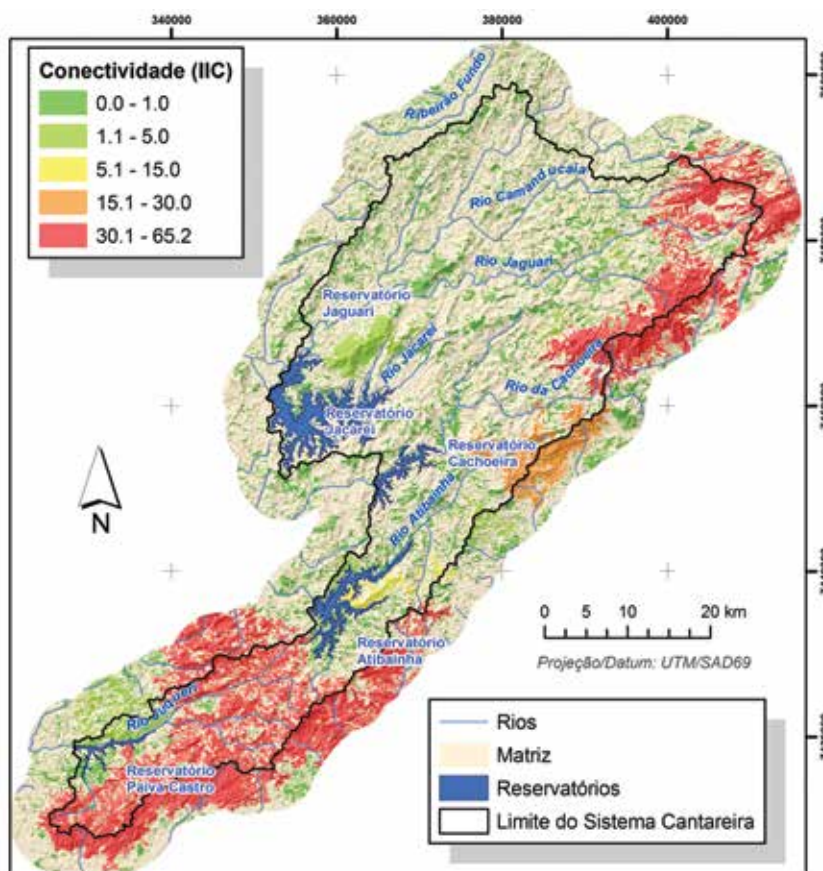


Figura 2.4 – Importância relativa dos fragmentos, os valores maiores (avermelhados) indicam que os fragmentos são mais importantes para a conectividade da paisagem. IIC – índice integral de conectividade (Fonte: IPÊ 2015).

*IPÊ 2015. Laboratório de SIG do IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas.

2.3 O SOLO COMO SERVIÇO DE SUPORTE

O solo é o resultado das alterações da matéria original sob a ação das trocas de energia, da atmosfera e dos seres vivos que ali se encontram, constituindo-se de minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos, disposto em camadas paralelas à superfície e com capacidade de suporte e nutrição aos seres vivos.

Os solos estão sujeitos continuamente a processos biológicos, físicos e químicos, fenômeno chamado de intemperismo. A intensidade e o tipo do intemperismo estão relacionados ao clima (pluviosidade e temperatura), relevo, tipo de rocha, e aos organismos vivos (p. ex. vegetação de uma determinada área). Nesse processo dinâmico, visualizamos relações de perdas, adições, transformações e translocações de matéria.

FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO:

- Origem da matéria: material natural que origina o solo, constituindo-se de rochas, sedimentos ou materiais em decomposição;
- Clima: tendo o solo relação direta com o intemperismo, o clima exerce função determinante para a caracterização do solo bem como de suas propriedades;
- Relevo: decisivo no tocante à penetração de água no solo, determinando também a intensidade do intemperismo acarretado;
- Organismos: exercem função de formação do material orgânico e promoção de diferenças entre os solos;
- Tempo: a formação tem por base as reações químicas e físicas entre as partículas, demandando tempo para manifestação e consolidação em nível de equilíbrio;
- Adição: entradas no solo, vindas de fora, tanto componentes minerais como compostos orgânicos;
- Perdas: saídas do corpo do solo, por queimadas, erosão e lixiviação;
- Transformação: transformação dos minerais e compostos constituintes;
- Transporte: processos de transporte dentro do solo, podendo advir das interações próprias dos componentes ou da ação dos seres existentes.

Assim, a inter-relação entre esses fatores e processos, formam diversos solos, cada qual com suas peculiaridades e pontos de equilíbrio. Sendo de muita importância o controle das interferências antrópicas não estudadas e não planejadas, uma vez que estas podem quebrar ciclos antigos de formação e mesmo pontos de equilíbrio entre uma série de elementos e seres vivos que atingiram tal nível de integração.

Os solos estão relacionados a provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos que são essenciais ao ser humano (Parron et al 2015*), como exemplo, podemos citar: 1. De suporte - a manutenção da biodiversidade do solo e a ciclagem de nutrientes; 2. De provisão - o fornecimento de nutrientes e matérias-primas; e 3. De regulação - a infiltração da água no solo e o sequestro de carbono. Dessa forma, os solos estão envolvidos em três processos vitais à sociedade humana, a produção agrícola, o equilíbrio climático e a manutenção da qualidade ambiental em bacias hidrográficas. No entanto, para que o solo consiga desempenhar todas as suas funções é preciso fazer o manejo adequado de seus usos, considerando questões produtivas e de conservação ambiental.

O uso inadequado do solo pode gerar processos erosivos desencadeando vários impactos econômicos e ecológicos, tais como: a) perda da camada de matéria orgânica e da fertilidade natural do solo; b) carreamento de sedimentos para a rede de drenagem, causando o assoreamento e lixiviação dos corpos d'água; c) compactação do solo; d) abertura de sulcos e ravinas, reduzindo a área disponível para o uso agropecuário; e) emissão de carbono para a atmosfera; f) necessidade de reposição de nutrientes para garantir a fertilidade do solo. A fim de evitar esses impactos é essencial o planejamento do uso do solo em diferentes escalas, desde escalas mais amplas como de paisagem e bacias hidrográficas até locais, considerando as áreas de preservação e a forma com que os cultivos são realizados.

Fertilidade e disposição de nutrientes

O solo tem ação direta no crescimento das plantas, influenciando na composição e estrutura da vegetação através da disponibilização de macro e micronutrientes e na criação de condições favoráveis (umidade, estrutura, capacidade catiônica, alcalinidade) para o desenvolvimento de raízes e plantas cultivadas ou presentes em florestas nativas. A concentração da matéria orgânica está entre um dos indicadores mais estudados para avaliar a qualidade do solo em regiões tropicais, por estar intimamente ligada a várias funções essenciais, promovendo o balanço dos nutrientes em forma assimilável, com propriedades físicas e químicas que atendem às espécies vegetais. Dessa forma, a compreensão da variação da fertilidade do solo é a base para o entendimento de como potencializar outros serviços ecossistêmicos presentes tanto em áreas produtivas quanto em áreas de vegetação nativa ou aqueles em processo de regeneração.

*Parron et al. 2015. *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa, Brasília. 370 p.

O solo fértil é aquele capaz de suprir as plantas em nutrientes para que estas sejam produtivas, formando-se uma interação entre o solo, as plantas, o meio e o manejo. Os nutrientes encontrados no solo podem ser divididos em micronutrientes e macronutrientes. Os micronutrientes são absorvidos em pequenas quantidades, podendo em altas taxas serem tóxicos, são exemplos: zinco, cobre, ferro e manganês. Já os macronutrientes são absorvidos em grande quantidade, como exemplos: nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre. Além da presença dos nutrientes, o solo necessita de certas condições (alcalinidade, temperatura e umidade) para que estes estejam disponíveis às plantas (Quadro 2.2).

A erosão é um dos principais motivos de empobrecimento dos solos, na agricultura é muito comum o uso de corretivos e fertilizantes químicos para aumentar a produtividade, no entanto o uso destes de forma inadequada pode trazer sérios problemas tais como: contaminação da água e das plantas e eutrofização de rios e lagos.

Quadro 2.2 - Fatores que condicionam a disponibilidade de nutrientes

Ar a aeração do solo beneficia as raízes e microrganismos que dependem do oxigênio para a respiração e troca de energia, afetando também a disponibilidade de nutrientes;

Componentes sólidos (orgânicos e inorgânicos) ambos são de suma importância e possuem processos de liberação de nutrientes diferenciados;

Organismos microrganismos (fungos e bactérias) decompositores de matérias orgânicas e nutrientes beneficiam as raízes das plantas com aumento da área de absorção, aumentando a disponibilidade dos nutrientes e minerais absorvíveis. Os organismos superiores (minhocas, formigas, cupins, dentre outros) produzem húmus, estruturam o solo e facilitam as trocas gasosas; e,

Cargas elétricas e troca de íons

Muitos são os elementos, seres vivos e processos participantes assíduos dos processos de formação e fertilização do solo, tendo também papel decisivo o homem e suas interferências. É importante destacar, o quão intrincado são as relações entre as ações (naturais e antrópicas) exercidas sobre o solo bem com os resultados daí advindos que podem afetar não somente uma determinada área como também maiores extensões. No capítulo seguinte serão apresentadas formas de manejo para a conservação do solo e recursos hídricos.

2.4 A INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NA QUANTIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA

Uma bacia hidrográfica é um sistema aberto em equilíbrio dinâmico, com entradas e saídas de matéria e energia influenciadas pelo ciclo hidrológico. De forma simplificada, considerando os elementos principais, o ciclo hidrológico pode ser descrito através de cinco processos: a precipitação, a interceptação, a evapotranspiração, armazenamento da água no solo e o deflúvio (Figura 2.5). E pode ser expresso por meio da seguinte equação:

$$P - I - ET - Q \pm \Delta S = 0$$

Onde:

P = precipitação – quantidade de chuva que precipita sobre a bacia hidrográfica.

I = interceptação – água da chuva que fica retida na vegetação (folhas e troncos).

ET = evapotranspiração - é a forma pela qual a água da superfície terrestre passa para a atmosfera no estado de vapor. Esse processo envolve a evaporação da água de superfícies (rios, lagos, represas, oceano, etc), dos solos e da vegetação úmida (que foi interceptada durante uma chuva) e a transpiração dos vegetais.

Q = deflúvio – escoamento superficial da água em uma bacia hidrográfica.

ΔS = variação da água armazenada no solo – água que fica armazenada nos aquíferos, proveniente do processo de infiltração água no solo.

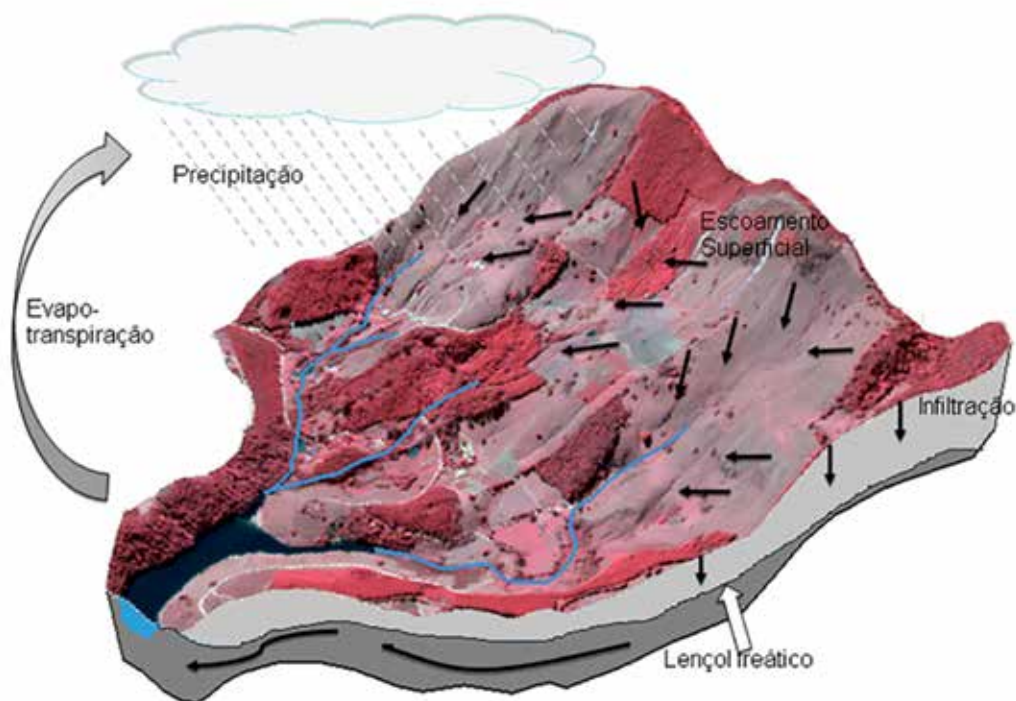


Figura 2.5 - Desenho esquemático do Ciclo hidrológico.

Além da importância da qualidade da água é imprescindível que o fornecimento seja em abundância e perene afim de garantir este recurso continuamente. Isso significa que a bacia hidrográfica não deve escoar em um curto período de tempo toda a água recebida durante as chuvas. Ao contrário deve absorver essa água através do solo, armazená-la em seu lençol freático e aos poucos ofertá-la aos cursos d'água através das nascentes e olhos d'água, mantendo a vazão, principalmente em períodos de estiagem. São vários os fatores que podem influenciar na regulação do ciclo hidrológico entre eles estão: a distribuição e intensidade da precipitação, o tipo de solo, a topografia do relevo, o uso e ocupação do solo e as práticas de conservação do solo e da água. Logo, devemos considerar esses fatores no manejo de bacias hidrográficas para garantirmos a conservação dos recursos hídricos.

- A distribuição e intensidade da precipitação (erosividade), influencia na quantidade de deflúvio. Eventos de precipitação extremos em que há uma grande quantidade de chuva por um curto período de tempo, provoca um deflúvio maior. Consequentemente, a água que escoar superficialmente, sobretudo em solos desprotegidos, carregará maior quantidade de sedimentos, causando processos erosivos e assoreamento dos corpos hídricos (Figura 2.5).
- A definição do tipo de solo é importante porque reflete propriedades estruturais da capacidade do solo de resistir à processos erosivos e de armazenar água. Entre os atributos relevantes estão a porosidade, densidade e estabilidade de agregados. Essas características influenciam também o estabelecimento e desenvolvimento das plantas, tendo papel fundamental na cobertura vegetal em uma determinada localidade. Por outro lado, podem sofrer alterações de acordo com o tipo de manejo na área. Por exemplo, pastagens extensivas tendem a compactar o solo, diminuindo sua capacidade de infiltração.



- Dois parâmetros da topografia são importantes no ciclo hidrológico: a declividade e o comprimento de rampa. Esses parâmetros influenciam em vários processos, tais como a infiltração da água, a erosão do solo e a sedimentação nos corpos d'água. Quanto mais inclinada for a área menor será a proporção da água precipitada que infiltrará no solo, aumentando a taxa de deflúvio e, conseqüentemente, as taxas de carreamento de material pela bacia hidrográfica. E quanto maior o comprimento de rampa maior o acúmulo de fluxo que também eleva o carreamento de material, devido ao aumento na concentração de energia, gerando enxurradas nas confluências da bacia.
- O uso e ocupação do solo é variável fundamental, sobretudo considerando a cobertura vegetal em uma área. A vegetação cumpre função reguladora desse fluxo. Quanto maior a complexidade estrutural da comunidade vegetal maior será a interação entre a água e a vegetação. Havendo interação, a água pode ficar retida na folhagem e evaporar (interceptação); pode gotejar de forma difusa, com-
pondo a transprecipitação, ou chegar ao solo na forma de escoamento pelo tronco. Depois que atinge o solo, a água da chuva pode evaporar da superfície, ser absorvida pelas raízes das plantas e retornar à atmosfera por evapotranspiração ou infiltrar e acumular nos reservatórios subterrâneos. Já, áreas sem vegetação ou com vegetação rala, perdem menos água por interceptação e evapotranspiração, no entanto, são mais sujeitas a processos erosivos, comprometendo a fertilidade do solo e a qualidade dos corpos hídricos (Figura 2.5).
- Dessa forma, o manejo adequado do uso do solo é fundamental para um bom equilíbrio do ciclo hidrológico. Há vários tipos de manejo que podem ser adotados para a conservação do solo e dos recursos hídricos, entre eles: (1) o controle de erosão do solo por meio de estruturas físicas e coberturas vegetais, (2) a minimização de contaminação química e biológica e (3) ações que previnam ou diminuam as perdas de água por evaporação. Na seção seguinte são apresentados alguns exemplos de manejos em áreas produtivas.

Fotos 2.8 - Processos erosivos ocasionados pelo uso inadequado do solo.



Manejo do uso e ocupação do solo

Por ter esta importância básica de provisão e manutenção de diversos processos na natureza, o solo deve ser manejado de forma adequada, para que suas características sejam conservadas. Diferentes usos do solo podem interferir de forma positiva ou negativa (Figura 2.6). A seguir (Quadro 2.3) seguem exemplos de usos adequados do solo, destacando a manutenção de suas características de suporte no meio ambiente.

Quadro 2.3 – Usos do solo adequados que favorecem os serviços de suporte.

COBERTURA VEGETAL DENSA COM RAÍZES ABUNDANTES	PRÁTICAS AGRÍCOLAS COM CONSERVAÇÃO DO SOLO OU VEGETAÇÃO (RASTEIRAS E ÁRVORES)	PECUÁRIA / PASTAGEM BEM MANEJADA
EXEMPLOS APP e Reserva Legal em estágios avançados de formação, mata nativa conservada etc.	EXEMPLOS Práticas vegetativas: plantio direto, cultivo mínimo, plantio em contorno, adubação verde, quebra-ventos ou cordões de vegetação; Práticas mecânicas: curvas de nível, bacia de contenção ou barraginhas, terraceamento.	EXEMPLOS Rotação e manutenção dos pastos, controle de queimadas, associações de pasto e floresta ou culturas, diversificação de forrageiras etc.
Diminui o impacto das gotas da chuva no solo, redução da velocidade do escoamento das águas, formação de barreiras, maior infiltração, estrutura do solo em melhor estágio, conservação da diversidade biológica.	Diminuição dos efeitos da enxurrada, pouco revolvimento do solo, manutenção da umidade, melhora nos processos biológicos, produção de nutrientes, possibilita a biodiversidade	Melhora a estrutura do solo, reduz a erosão, permite processos biológicos e a biodiversidade.



Figura 2.6 a.

Realidade de boa parte das propriedades rurais no Sistema Cantareira:

1. Terreno desmatado.
2. Solo exposto.
3. Assoreamento de rios e açudes.
4. Erosão com voçoroca invade terras cultivadas.
5. Baixa produtividade agropecuária.
6. Pastagem extensiva.
7. Área sujeita a Inundações.



Figura 2.6 b.

Situação esperada para as propriedades rurais bem manejadas:

1. Reservas legais e APPs florestadas.
2. Pastagens bem manejadas.
3. Rios e açudes livres de assoreamento.
4. Culturas com práticas conservacionistas.
5. Alta produtividade agropecuária.
6. Terreno protegido contra a erosão.
7. Inundações controladas e áreas agrícolas reaproveitadas.

Abaixo estão listados alguns tipos de manejo que auxiliam na conservação da água e do solo

- Barraginhas - funcionam como caixas d'água natural. Ao reterem as enxurradas, permitem que a água da chuva se infiltre no solo paulatinamente, recarregando o lençol freático e deixando-o em um nível mais elevado. Quando construída ao lado das estradas promove uma melhor manutenção destas e nas propriedades ameniza a estiagem propiciando o plantio de lavouras para produção de alimentos.
- Terraceamento e curvas de nível - amenizam a formação da erosão ao evitar a confluência de águas superficiais, além de possibilitar o aproveitamento para cultivos agrícolas.



Foto 2.9 - Barraginhas para contenção de água de chuva.



Foto 2.10 - Curvas de nível e restauração florestal - Redução dos processos erosivos em propriedade rural na região do Pontal do Paranema.



Figura 2.7 – Imagem de satélite ilustrando quebra-ventos entre culturas na região do Sistema Cantareira.

- As estradas são fontes de muitos processos erosivos, dessa forma, quando bem planejadas possuem baixa densidade, evitam a proximidade e o cruzamento com corpos d'água e não são direcionadas para a rede de drenagem.
- Quebra-ventos – são linhas de vegetação (arbóreas ou não) com a função de reduzir a velocidade do vento e minimizar todos os seus efeitos negativos. Entre esses efeitos está a perda de água por evapotranspiração, que pode ser reduzida em mais de 30% nas áreas protegidas.
- Manejo de Pastagem Ecológica - MPE – consiste num conjunto de ações que favorecem a oferta de capim para o gado de forma contínua, entre essas ações estão: rotação de pastagem (sistema voisan); implantação de árvores (silvipastoril) e estratificação de forrageiras (diversificação do capim). Além de aumentar a cobertura vegetal, propiciando diversos benefícios para a conservação hídrica, esse manejo ainda traz benefícios econômicos ao proprietário, conforme listado a seguir.

Benefícios para a conservação do MPE

- Menor erosão no solo
- Maior infiltração da água no solo
- Melhor qualidade da água (proteção dos corpos d'água)
- Maior quantidade de carbono estocado

Benefícios econômicos do MPE

- Animais mais saudáveis
 - Menos pragas (carrapatos, mosca-dos-chifres)
 - Bem-estar animal
 - Proteção contra: frio, vento, calor e chuvas
 - Solo mais fértil (esterco do gado e matéria orgânica vegetal)
- Animais mais mansos
- Maior produtividade
 - Mais alimento para o gado
 - Gado anda menos – perda de 52 kg em pastagens convencionais

Foto 2.11 - Manejo da pastagem ecológica.



Pastagem degradada.



Pastagem recuperada.



2.5 PAPEL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Área de Preservação Permanente (APP) é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Entre os tipos de APPs, temos as APPs hídricas, cujas áreas encontram-se no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, nas margens de cursos d'água naturais perenes e intermitentes, nas margens de lagos e lagoas naturais, margens de reservatórios d'água artificiais decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, manguezais, restingas e na faixa marginal (a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado). Outros tipo de APPs são aquelas nos topos de morros, montes, montanhas e serras e suas encostas, bordas de tabuleiros ou chapadas e áreas em altitude superior a 1.800m.



Foto 2.12 - APPs de Margens de rios - Áreas de preservação Permanente restauradas nas margens do rio Paranapanema.



Foto 2.13 - APPs de Topos de morros, montes e montanhas – vista da Serra da Mantiqueira, na região do Sistema Cantareira.

Como as APPs contribuem na conservação das águas?

As Áreas de Preservação Permanente quando são cobertas por vegetação exercem um papel fundamental na defesa contra os agentes erosivos, atuando na diminuição da carga de sedimentos carregada para o leito do rio. Também contribuem para o aumento na infiltração das águas pluviais e, consequentemente, dos lençóis freáticos e aquíferos, através da atuação do sistema radicular da mata ciliar (a mata que margeia corpos hídricos). Por essa importância ambiental, há necessidade legal de recomposição das APPs nos locais onde não existem mais devido à interferência das ações humanas.

Onde recompor as APPs Hídricas

- Ao longo dos cursos d'água
- No entorno de nascentes e olhos d'água perenes (há sempre água fluindo)
- No entorno de lagos e lagoas naturais

A legislação brasileira indica como e quanto deve ser recomposto quando existe a lacuna da APP hídrica na região. A obrigatoriedade de recompor depende da área ser considerada consolidada ou não.

O que são áreas consolidadas?

Área rural consolidada é aquela que tenha ocupação antrópica consolidada até 22/07/2008 com edificações, benfeitorias e atividades agrossilvipastoris, admitida neste último caso a adoção do regime de pousio (descanso ou repouso proporcionado às áreas cultiváveis). A tabela 2.2 mostra as áreas onde há necessidade de recomposição em APPs consolidadas. Para as áreas não consolidadas a obrigatoriedade de recompor segue outras medidas (Tabela 2.3). No entanto, a continuidade do uso de APPs consolidadas deve incluir práticas de conservação da água e do solo, caso contrário a obrigatoriedade segue a tabela 2.3.

Tabela 2.2 - Obrigatoriedade de recompor as Apps em áreas consolidadas.

Imóveis	Largura do curso d'água	Largura da faixa marginal	Limitação da área
até 1 módulo fiscal	qualquer	5 metros	10% de área total do imóvel
de 1 até 2 módulos fiscais	qualquer	8 metros	10% de área total do imóvel
de 2 até 4 módulos fiscais	qualquer	15 metros	20% de área total do imóvel
de 4 até 10 módulos fiscais	até 10m	20 metros	
mais de 4 módulos fiscais	mais de 10m	metade de largura do curso d'água, mínimo 30, máximo 100 metros	
mais de 10 módulos fiscais	qualquer	metade de largura do curso d'água, mínimo 30, máximo 100 metros	

Tabela 2.3 - Obrigatoriedade de recompor as APPs em áreas não consolidadas.

Largura curso d'água	Largura da faixa marginal
10 metros	30 metros
10 a 50 metros	50 metros
50 a 200 metros	100 metros
200 a 600 metros	200 metros
mais de 600 metros	500 metros

O código florestal e as delimitações de APPs

De acordo com o Código Florestal (Lei 12.651/12), o conceito de módulo fiscal é fundamental na determinação da área passível de exploração dentro de Áreas de Preservação Permanente (e áreas consolidadas nesta categoria), além das questões de recomposição da vegetação.

Segundo as regras do novo Código Florestal (Lei 12.651/12), o tamanho do imóvel rural medido em módulos fiscais, segue critérios específicos estabelecidos pelo INCRA. É expresso em hectares, sendo que o tamanho do módulo fiscal varia de município para município.

Para saber o tamanho do imóvel em módulos fiscais, é preciso saber o tamanho do módulo fiscal do município (Tabela 2.4). Depois, basta dividir a área do imóvel rural pelo tamanho do módulo do município.

Tabela 2.4 - Módulos Fiscais no Sistema Cantareira
(Fonte: INCRA).

CIDADE	ESTADO	MÓDULOS
Caieiras	SP	7
Franco da Rocha	SP	7
Mairiporã	SP	7
Bragança Paulista	SP	16
Nazaré Paulista	SP	16
Vargem	SP	16
Joanópolis	SP	24
Piracaia	SP	24
Camanducaia	MG	30
Extrema	MG	30
Itapeva	MG	30
Sapucai Mirim	MG	30

As especificações para a recomposição das Apps hídras, seguem os seguintes critérios de módulos fiscais:

- Ao longo dos cursos d'água naturais

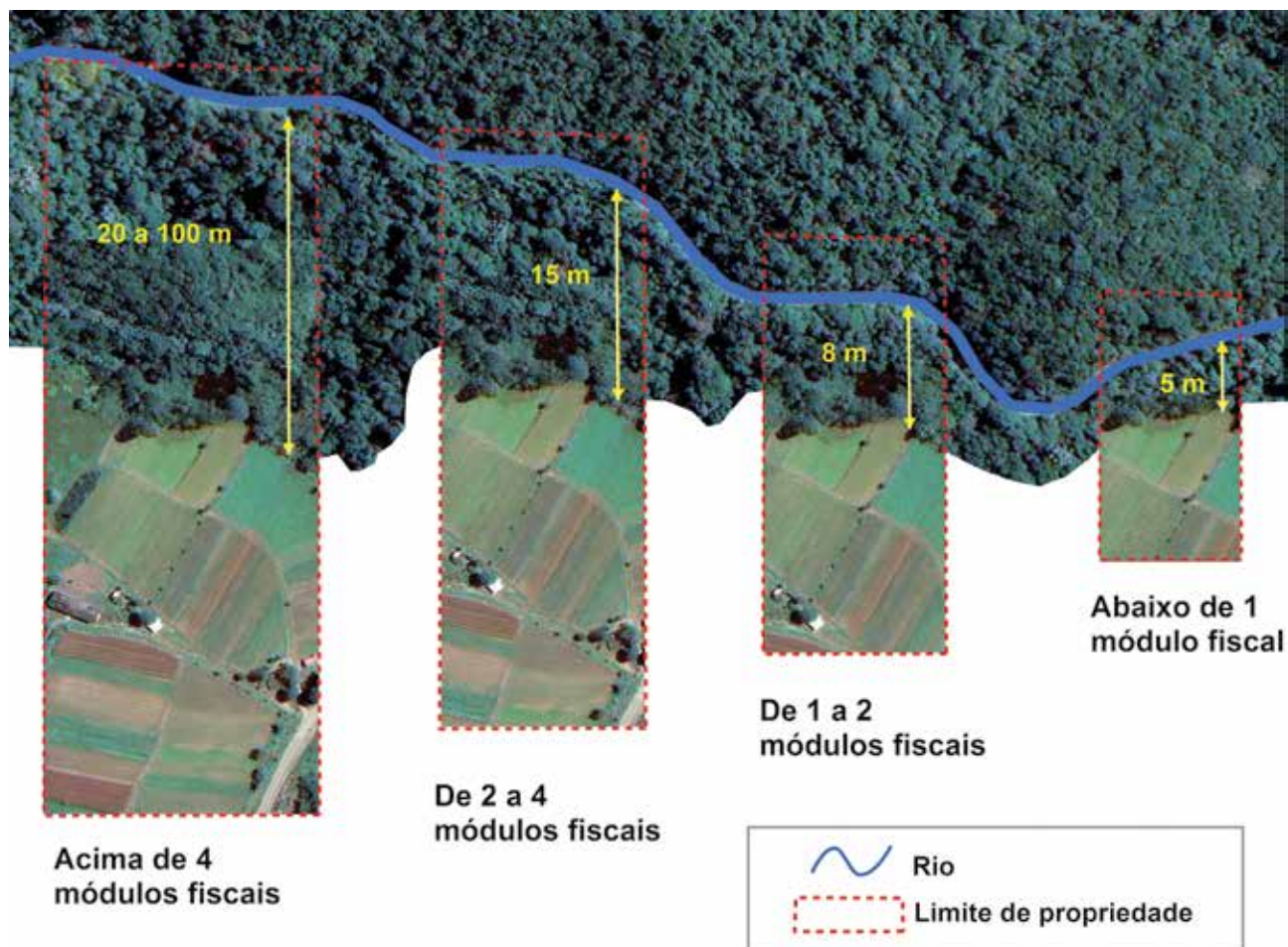


Figura 2.8 – Obrigatoriedade de recompor as APPs de acordo com o tamanho da propriedade.

- No entorno de nascentes e olhos d'água perenes.

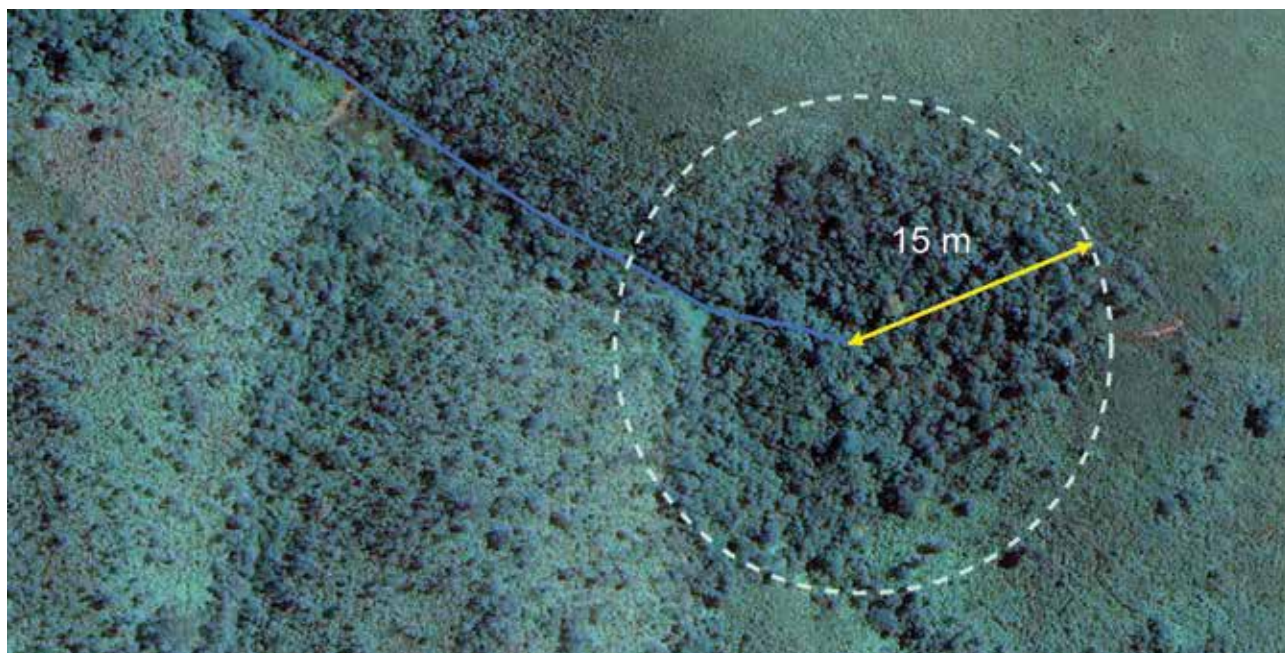


Figura 2.9 – Obrigatoriedade de recompor as APPs no entorno das nascentes.

- No entorno de lagos e lagoas naturais.

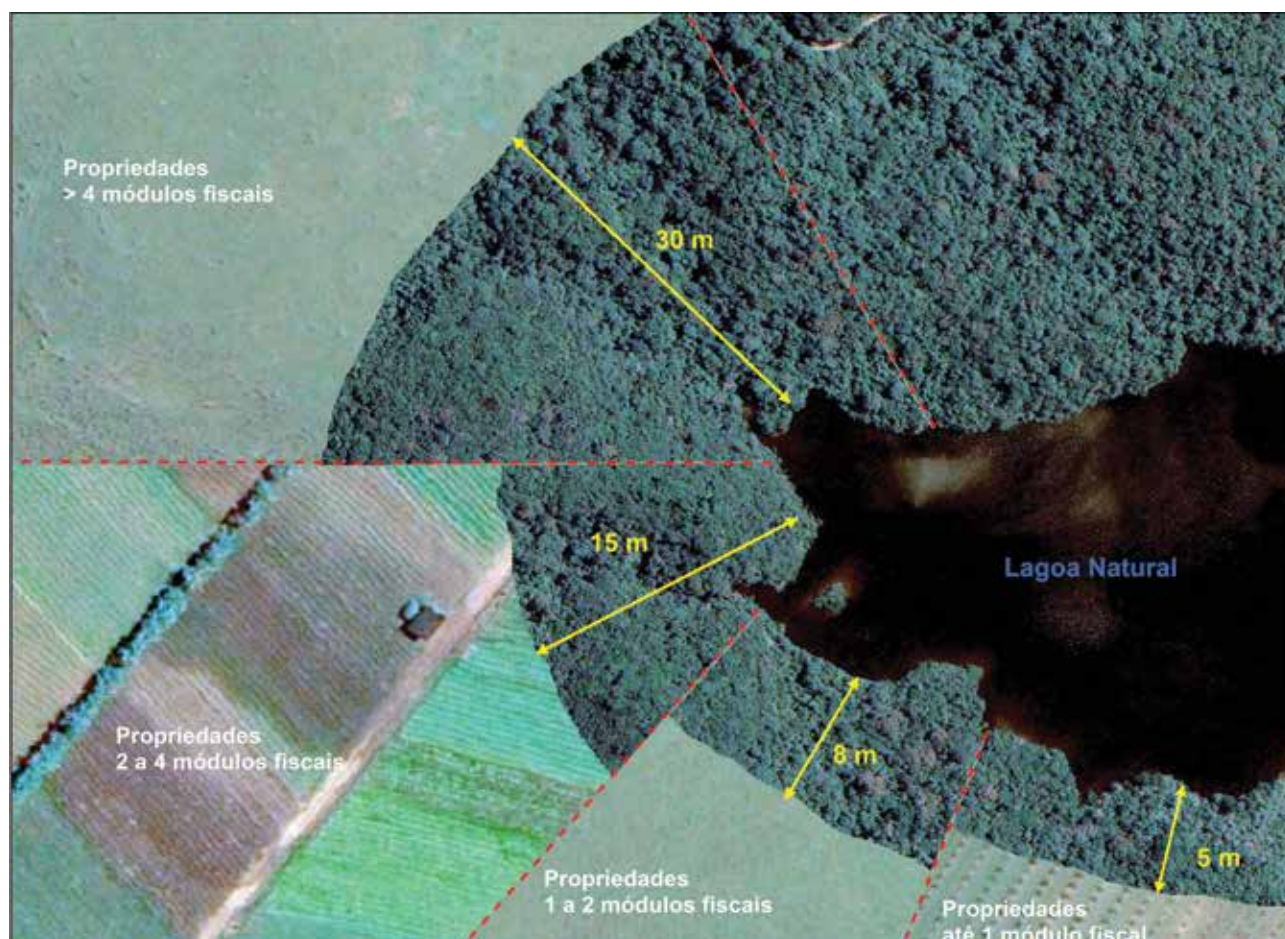


Figura 2.10 – Obrigatoriedade de recompor no entorno de lagos/lagoas naturais de acordo com o tamanho da propriedade.

Área de preservação permanente - APP em reservatórios d'água artificiais após o novo código florestal (lei nº 12.651/2012)

“Art. 62. Para os reservatórios artificiais de água destinados a geração de energia ou abastecimento público que foram registrados ou tiveram seus contratos de concessão ou autorização assinados anteriormente à Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, a faixa da Área de Preservação Permanente será a distância entre o nível máximo operativo normal e a cota máxima maximorum (Tabela 2.5)”.

Tabela 2.5 - Dados básicos sobre os reservatórios do Sistema Cantareira de regularização de vazões – cotas em metros (Fonte: SABESP 2004).

Reservatório	N. A. máximo normal	N. A. máximo maximorum
Águas Clara	860,32	861,16
Atibainha	786,86	789,00
Cachoeira	821,78	825,28
Jaguari-Jacareí	844,00	845,00
Paiva Castro	745,61	746,60

* SABESP – Data-Oper, setembro/1989.

Áreas de preservação permanente hídricas no sistema cantareira

O Sistema Cantareira possui 39.676 hectares de APP hídrica, dos quais o 57% (21.967 ha) não apresentam cobertura florestal*. A bacia do Jacarei é o que apresenta maior passivo ambiental de APPs, no entanto, em termos de área a bacia do Jaguari é o que apresenta maior extensão com APPs sem floresta (Figura 2.11).

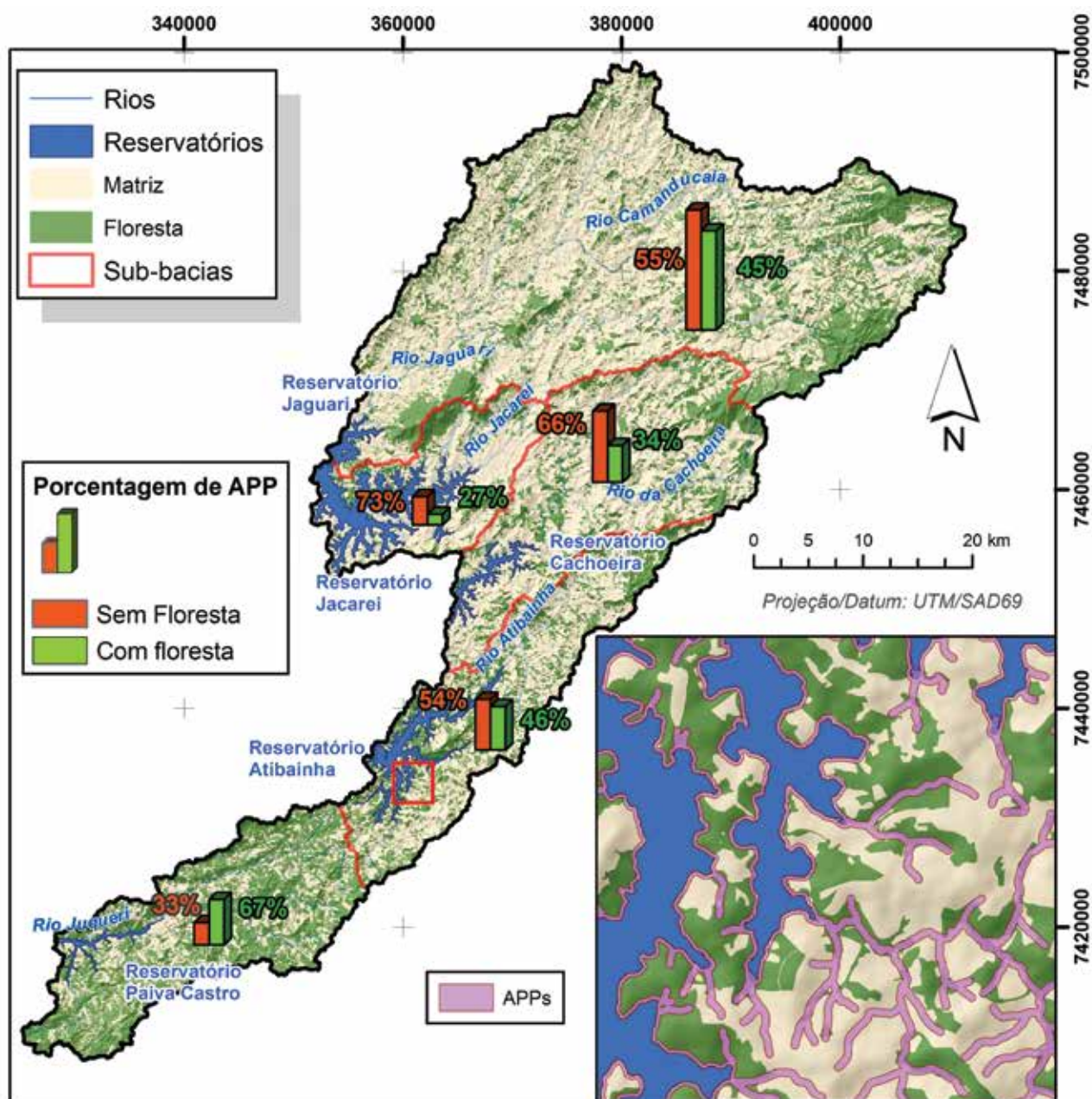


Figura 2.11 – Cobertura florestal (%) em Áreas de Preservação Permanentes das sub-bacias do Sistema Cantareira (Fonte: IPÊ 2015). **

*Dados gerados considerando APPs hídricas de 30 m para cada margem do rio.

**IPÊ 2015. Laboratório de SIG do IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas.

2.6 OS PRINCIPAIS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PROMOVIDOS PELA BIODIVERSIDADE

A biodiversidade contempla toda variabilidade de organismos vivos conhecidos: animais, vegetais, bactérias, protozoários e fungos, portanto toda a diversidade de espécies, que junto com os fatores abióticos como a luz solar, a água e as rochas formam um ecossistema.

Preservar a biodiversidade significa preservar a riqueza genética contida em todos os organismos vivos, acumulada a partir de milhões de anos no processo evolutivo, sendo tal manutenção necessária para assegurar o fornecimento de alimentos, fibras e medicamentos; sustentar o progresso científico e industrial e regular os processos biológicos (as interações entre os seres vivos e ambiente que mantém os sistemas biológicos).

Os serviços ecossistêmicos de provisão são os produtos que a biodiversidade oferta como alimentos, madeira, fibras e recursos medicinais, entre outros. Nas Áreas de Proteção Ambiental do Sistema Cantareira/SP e Fernão Dias/MG, encontramos grandes trechos de Mata Atlântica, que são fontes de plantas medicinais, como o chapéu-de-couro (*Echinodorus grandiflorus*), espinheira-santa (*Maytenus aquifolium*), quebra-pedra (*Phyllanthus niruri*), mulungu (*Erythrina mulungu*) e valeriana (*Valeriana officinalis*), dentre outras (Foto 2.14).



Fotos 2.14 – Comercialização de plantas medicinais em mercado popular.

Os serviços ecossistêmicos de regulação são aqueles obtidos a partir de processos naturais em que a biodiversidade regula as condições ambientais, como o controle de pragas; a decomposição de matéria orgânica feita por animais sapróvoros (carniceiros), fungos e bactérias; a dispersão de sementes; a polinização por abelhas, aves, borboletas e morcegos (*Fotos 2.15*) e a fertilização do solo pela fixação de nitrogênio pelos líquens. São processos essenciais à sobrevivência humana, por exemplo, no contexto atual de dificuldade para destinar resíduos sólidos, as ações dos fungos e bactérias são fundamentais para a decomposição e reciclagem dos resíduos orgânicos e os polinizadores têm papel crucial na produção agrícola e no processo de restauração florestal.



Fotos 2.15 – Serviços de regulação promovidos pela biodiversidade: decomposição de matéria orgânica (fungos e animais sapróvoros) e polinização e dispersão.

A biodiversidade também está presente como serviço cultural, percebido na contemplação, no uso recreativo do espaço natural, e no contato direto com a natureza, como na observação de aves pelos “birdwatchings” (Fotos 2.16) e nos diversos cultos religiosos que envolvem uma determinada planta ou local natural.



Fotos 2.16 – Animais que atraem observadores para as áreas naturais em diferentes partes do Brasil: serviço cultural da biodiversidade

Outro tipo de serviço da biodiversidade é o de suporte, ou seja, que contribui para a produção de outros serviços ecossistêmicos. A biodiversidade dá suporte ao meio através da vegetação e das espécies que dispersam suas sementes, por exemplo. A cobertura vegetal indiretamente dá suporte para outros serviços ecossistêmicos, como a manutenção da qualidade do ar, a regulação hidrológica e climática e o controle de erosão do solo.

Nós dependemos da biodiversidade para prover materiais necessários à vida, regular os processos ecológicos que também nos mantêm e proporcionar serviços culturais. Mesmo se pensarmos nas espécies que não tem utilidade econômica para o homem, é importante compreender que possuem o seu valor de existência, chamado de valor intrínseco, e que estão fornecendo benefícios a nós.

2.7 ESTOQUE DE CARBONO

Efeito Estufa

Embora o efeito estufa tenha favorecido a existência da vida na Terra pelo aprisionamento do calor na atmosférico, nas últimas décadas o seu efeito tem se intensificado pelas atividades humanas, gerando impactos negativos sem precedentes na história do ser humano na Terra. O aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, sobretudo o CO₂, tem causado um aumento na média da temperatura global (Figura 1). Como resultado geleiras e calotas polares estão derretendo, e o nível do mar está subindo e as condições climáticas estão sendo alteradas globalmente. Essas mudanças têm afetado tanto sistemas antrópicos, colocando em risco as atividades econômicas, como naturais, ameaçando a biodiversidade e as funções ecossistêmicas.

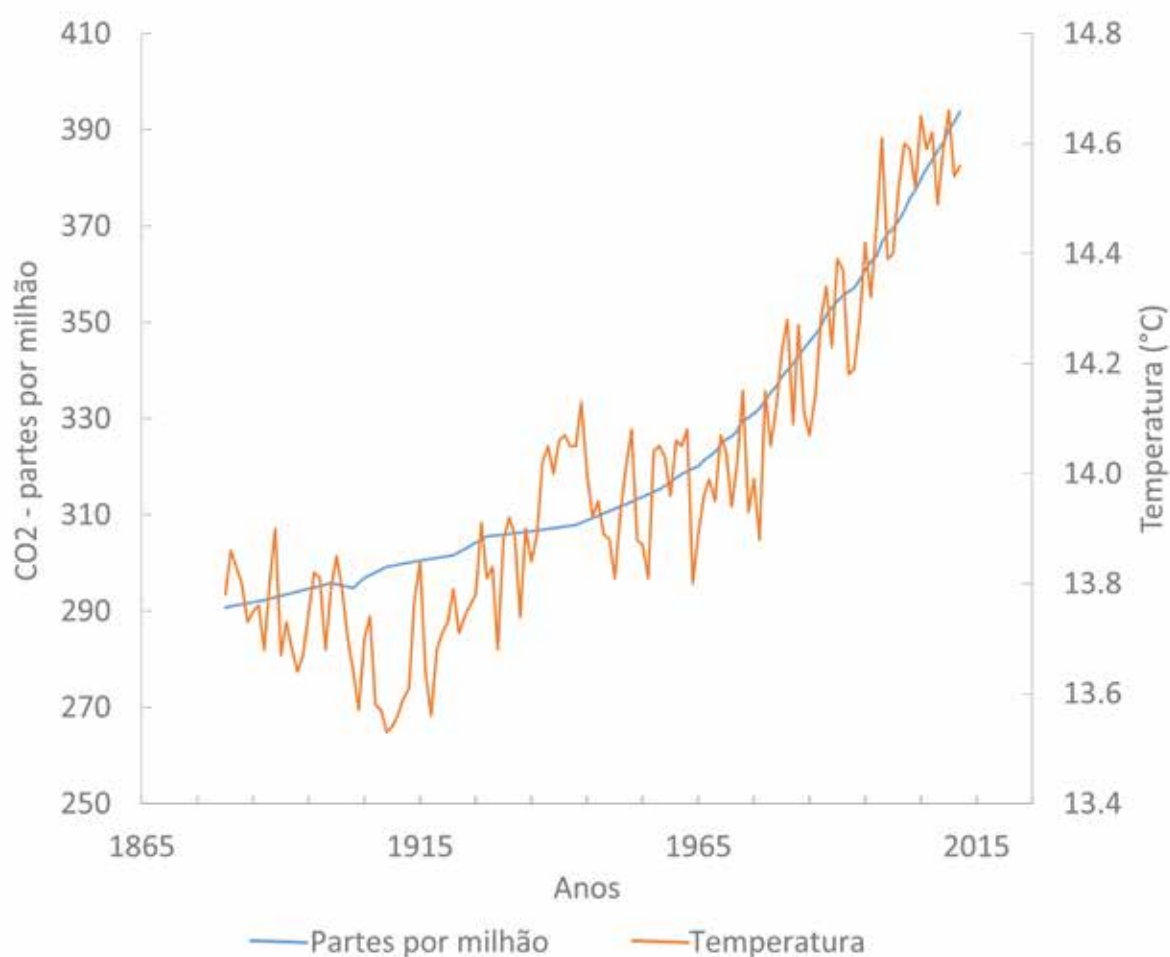


Figura 2.12 – Variação da concentração de CO₂ na atmosfera e a média da temperatura global entre 1880 e 2012 (Fontes: NASA GISS; NOAA ESRL; Worldwatch*).

* NASA GISS - <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

NOAA ESRL - <http://www.esrl.noaa.gov/>

Worldwatch - <http://www.worldwatch.org/>

O principal gás de efeito estufa que tem causado mudanças climáticas é o CO₂. Seu aumento desproporcional tem origem tanto da queima de combustíveis fósseis e de processos industriais quanto pela conversão do uso do solo, como o desmatamento (Figura 2.13). No entanto, outros gases são importantes nesse processo, como o metano (CH₄), proveniente principalmente da fermentação entérica do gado e do tratamento de resíduos; o Óxido nitroso, originado da queima de biomassa; e os gases fluorados, oriundos de processos industriais. Esses gases embora tenham efeitos individuais mais intensos no efeito estufa estão em concentrações menores do que o CO₂.

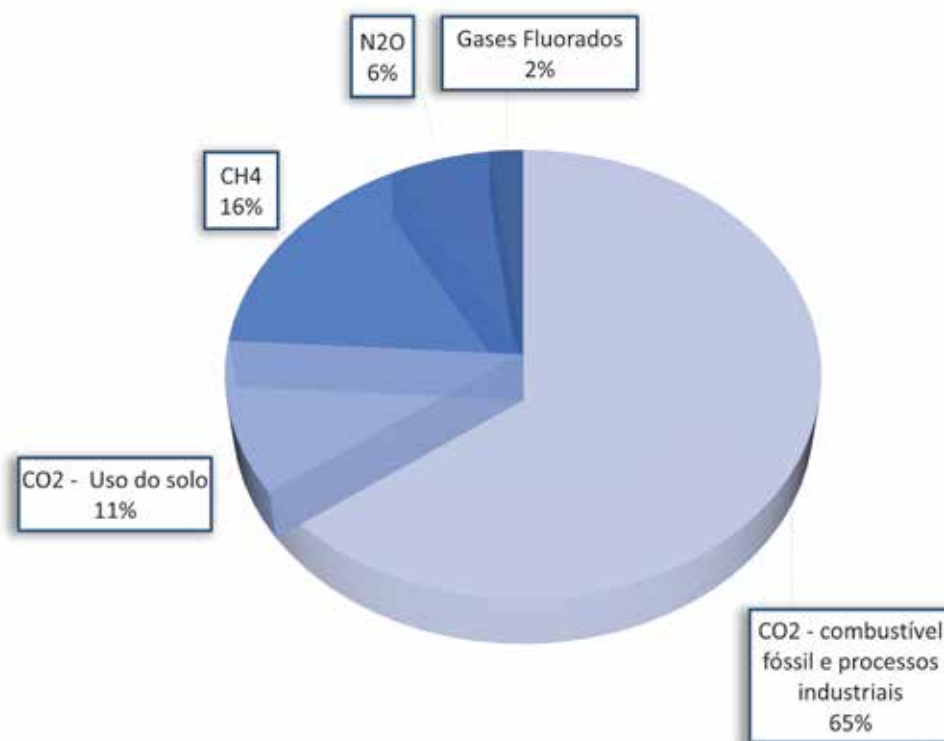


Figura 2.13 – Porcentagem dos principais gases de efeito estufa antropogênicos em termos de CO₂ eq/ano (Fonte: IPCC 2014*).

Globalmente a produção de energia é o setor econômico que mais emite GEEs. Esse processo inclui a extração, a conversão, o armazenamento, a transmissão e a distribuição da energia, não incluindo na contabilidade o seu uso final (por exemplo, no transporte ou na indústria). Já as atividades relacionadas ao uso do solo são o segundo setor com maior emissão, incluindo atividades agropecuárias, desmatamentos e outros usos. A indústria, transporte e construções compõem o restante das emissões globais (Figura 2.14). No Brasil, essa proporção tem um viés diferente, em que se destacam a produção de energia (que na contabilidade brasileira envolve a queima de combustíveis e emissões fugitivas das indústrias do petróleo, gás e termelétricas) e os sistemas agropecuários com 37% das emissões para cada setor (Figura 2.14). A conversão do uso do solo no Brasil, que inclui o desmatamento, ainda contribui com 15% das emissões. Este último setor teve uma grande redução nos últimos anos, sendo que em 2005 correspondia à 58% das emissões brasileiras.

*IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edenhofer et al. (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

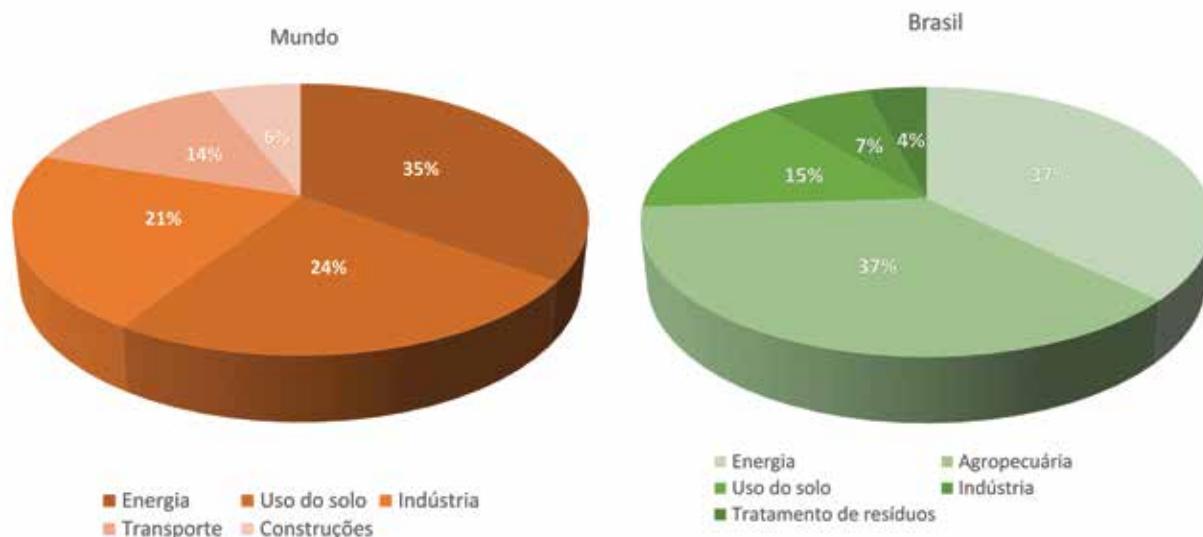


Figura 2.14 – Porcentagem de emissão de gases de efeito estufa em escala global (2010) e nacional (2012) por setor econômico. O uso do solo corresponde a emissões geradas por conversões do uso do solo (Fontes : IPCC 2014 e MCTI 2014*).

Contribuição do Sistema Cantareira no estoque e fixação de carbono

Na região do Sistema Cantareira dois tipos de uso e ocupação do solo podem influenciar no estoque e fixação de carbono, as florestas nativas e a pastagem, visto que são os dois tipos de ocupação dominante.

O balanço da concentração de carbono entre a atmosfera e as florestas é fundamental para definir os impactos das ações humanas sobre o clima. As florestas tropicais armazenam grande quantidade de carbono, cerca de 289 G.ton de Carbono (FAO 2015**). Dessa forma, as restaurações das áreas de preservação permanente e reservas legais na região poderiam ajudar a tornar esse balanço mais positivo, aumentando a concentração de carbono na biomassa florestal e, consequentemente, reduzindo o CO₂ na atmosfera. Nesse sentido, os projetos de restauração que acontecem na região do Sistema Cantareira estão contribuindo para este serviço de regulação dos GEEs. Outra medida que pode complementar esse balanço positivo para as florestas na região seria o manejo adequado desses ecossistemas, visto que a quantidade de biomassa

contida nas florestas da região é menor do que em outras localidades de Mata Atlântica ($30,9 \pm 11,0 \text{ Mg.ha}^{-1}$) possivelmente devido a perturbações antrópicas, aos efeitos de borda e por serem florestas secundárias jovens (Romitelli 2014***).

A pastagem por ocupar quase 50% da região também é outro uso que deveria ser mais bem manejado para reduzir ou neutralizar a emissão de GEEs, sobretudo o metano de origem entérica. Entre as práticas que poderiam ser adotadas estão: o sistema rotacionado voisan e o manejo silvipastoril. Esses manejos têm a vantagem de aumentar o estoque de carbono na pecuária, considerando os seus diversos compartimentos: a biomassa acima do solo, nas raízes e no solo. Além disso, por ser um sistema com maior produtividade, a relação da quantidade de carne ou do leite produzidos pela quantidade de CH₄ emitidos é reduzida, minimizando o impacto dessa atividade sobre o equilíbrio dos GEEs na atmosfera.

*MCTI 2014. Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. Brasília: Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima - MCTI / SEPED / CGMC.

**FAO. 2015. Global Forest Resources Assessment 2015. Food and Agriculture Organization of United Nation, Rome.

***Rotemilli, J. 2014. Variabilidade espacial nos estoques carbono em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica. Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências/USP. São Paulo.

2.8 SERVIÇOS CULTURAIS DOS ECOSSISTEMAS - ATIVIDADES TURÍSTICAS

Os ecossistemas naturais provêm serviços culturais contribuindo com a contemplação estética; inspiração cultural; desenvolvimento cognitivo, espiritual e artístico; recreação e o lazer; que estão ligados às atividades turísticas.

Afinal o que o turismo tem a ver?

O turismo associado à natureza pode ser classificado como: turismo de aventura, turismo rural, ecoturismo, turismo religioso, turismo pedagógico, entre outros. Por se tratar de um conjunto de atividades e serviços que envolvem o deslocamento de pessoas, o turismo se relaciona com serviços de transporte, alojamento, alimentação e demais setores econômicos voltados à cultura, lazer, entretenimento e negócios. Essas atividades geram oportunidades de renda, empregos e podem contribuir muito com a conservação regional.

Um turismo bem planejado e monitorado contribui de forma positiva com o meio ambiente, a economia e os aspectos socioculturais de um local, promovendo a conservação da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas, a consciência ambiental, a pesquisa científica, a geração de renda e emprego e a valorização e resgate das tradições e cultura.

Turismo sustentável – é aquele que conserva os patrimônios e recursos naturais e culturais garantindo o crescimento econômico da atividade



Fotos 2.17 - Geração de renda pelas atividades turísticas.

Principais atrativos turísticos da região

Na importante área produtora de água do Sistema Cantareira há vários atrativos turísticos relacionados aos ecossistemas naturais (Figura 2.15). Esses atrativos estão associados à presença de montanhas, florestas, ambientes rurais, represas, cachoeiras e rios. Além das Unidades de Conservação da região, grande parte do potencial turístico no Sistema Cantareira encontra-se nas propriedades rurais, banhadas pelas represas e que, com as áreas de reserva legal e remanescentes florestais, formam um cenário atrativo para os turistas que buscam o lazer e descanso junto a natureza e a paisagem rural.



Foto 2.18 - Vista da Serra do Lopo com a represa Jaguari ao fundo, divisa de Extrema e Joanópolis.

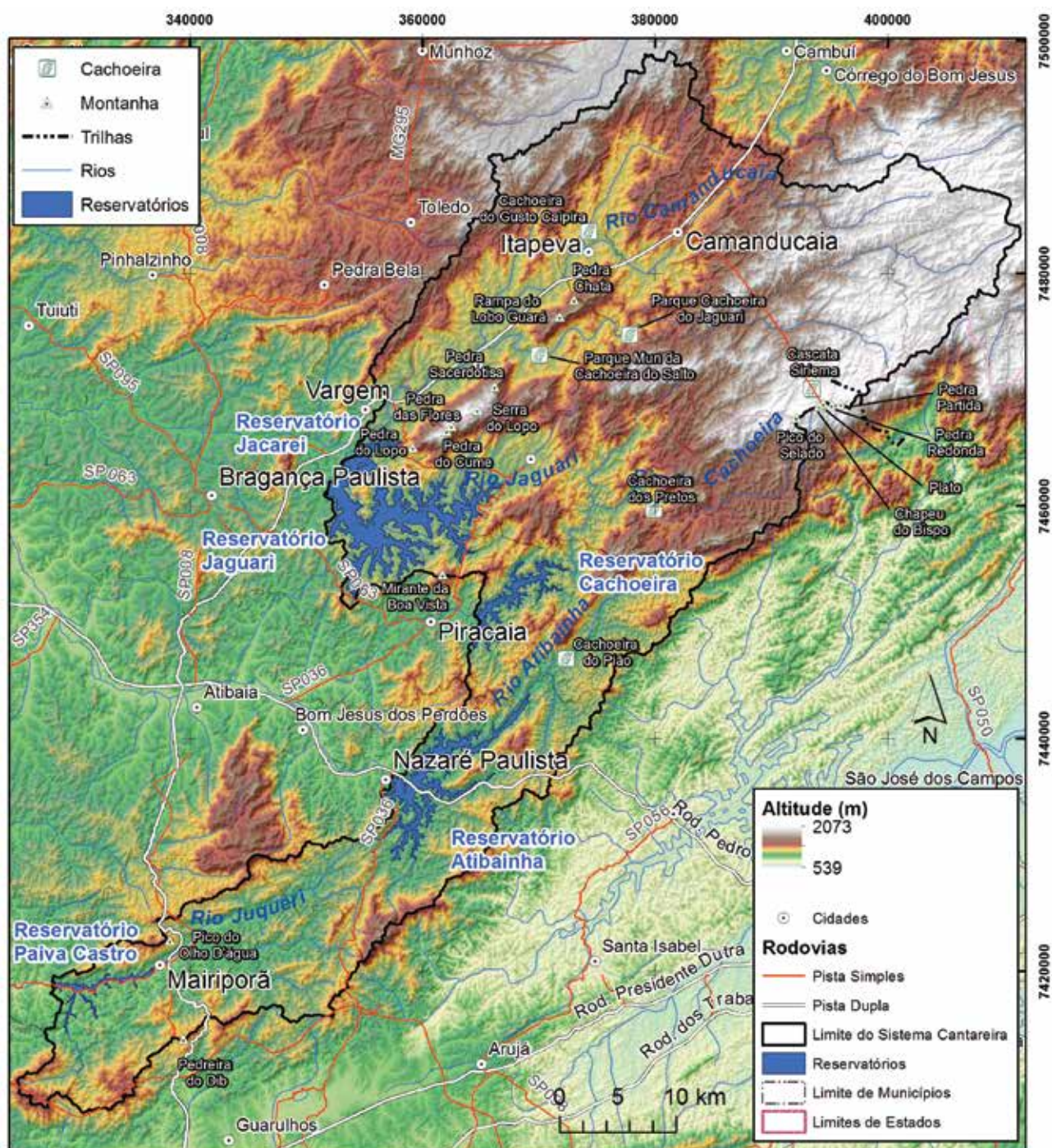


Figura 2.15 – Localização dos principais atrativos turísticos do Sistema Cantareira.

Serras, Morros e Montanhas

Entre as pontos elevados mais visitadas estão o Pico do Selado (o pico mais alto do Sistema Cantareira, atingindo 2082 m de altitude), o Pico da Pedra Partida (o segundo pico mais alto) e a Pedra Redonda, partindo de Monte Verde (distrito de Camanducaia); a Serra do Lopo, entre os municípios de Extrema, Joanópolis e Vargem; e o Pico do Olho D'água, em Mairiporã. Esses dois últimos ainda são usados para as práticas de voos livres.



Foto 2.19 - Vista do Platô, com o Pico da Pedra Partida ao fundo a esquerda, Monte Verde, MG.



Foto 2.20 - Plataforma para voo livre na Serra do Lopo, divisa entre Extrema e Joanópolis.

Recursos hídricos

Há muitos atrativos regionais relativos aos recursos hídricos como a Cachoeira dos Pretos, em Joanópolis (a mais visitada da região, com uma queda d'água de 154 metros de altura); as represas Paiva-Castro, Atibainha, Cachoeira e Jaguari-Jacareí, para prática de esportes náuticos e passeios de barcos, motivos da instalação de muitas marinas e pousadas voltadas para este turismo; e os rios Jaguari e Juqueri, que servem de vias para atividades de canoagem, rafting e banho.



Foto 2.21 - Cachoeira dos Pretos em Joanópolis, SP.



Foto 2.22 - Represa Atibainha em Nazaré Paulista, SP.

Trilhas e caminhadas

Na região ainda podem ser encontradas trilhas para caminhadas, práticas de mountain in bike e passeios à cavalo. Na Serra da Mantiqueira destacam-se as trilhas que conectam os maiores picos da região: o pico do Selado e o pico da Pedra Partida. Na mesma região há também a trilha para leva a travessia entre os distritos de Monte Verde (MG) e São Francisco Xavier (SP).



Foto 2.23 - Sinalização de trilhas na Serra da Mantiqueira.

2.9 EXPERIÊNCIAS DE PSA ÁGUA NO SISTEMA CANTAREIRA

As iniciativas de pagamentos por serviços ambientais remuneraram produtores rurais de vários locais do mundo pela proteção e restauração de florestas, em áreas estratégicas para a produção de água (nascentes, matas ciliares e áreas de captação).

No Brasil, os recursos para o pagamento são repassados dentro de um programa e ou projeto de PSA e advém de algumas fontes: impostos arrecadados pelo governo, ICMS ecológico, fundos estaduais e municipais e de Termos de Ajustamento de Conduta, entre outros. Com o incentivo financeiro e técnico, os produtores rurais desenvolvem ações de restauração e conservação florestal, e manejo de atividades agropecuárias.

Atualmente 40 projetos de PSA-Água estão implantados em áreas de Mata Atlântica, totalizando aproximadamente 40 mil hectares. Esses projetos atuam na conservação de áreas com remanescentes florestais em bacias hidrográficas, responsáveis pelo fornecimento de água para aproximadamente 38 milhões de brasileiros.

No Sistema Cantareira estão sendo desenvolvidos 3 projetos de PSA-Água:

Conservador das Águas

Município de Extrema, MG

Programa pioneiro de PSA, que fornece apoio técnico e financeiro aos produtores rurais da bacia do rio Jaguari, nas microbacias Posses e Salto, para incentivar práticas conservacionistas que beneficiam milhões de pessoas na região metropolitana de São Paulo.

Desde 2007 já foram plantadas mais de 750 mil árvores, recuperando cerca de 500 nascentes, num total de 7.300 hectares protegidos (Figura 2.16).

Cerca de R\$ 10 milhões já foram investidos, com 180 contratos assinados pelos serviços de preservação das nascentes.

O programa recebeu em 2014 o Prêmio Internacional por Melhores Práticas para a Melhoria das Condições de Vida, concedido pelo Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos, o ONU-Habitat, concorrendo com 360 projetos de todo o mundo.

Principais objetivos:

- Aumentar a cobertura florestal nas propriedades rurais e implantar corredores ecológicos;
- Reduzir os níveis de poluição rural, decorrentes da má utilização do solo e uso inadequado de agrotóxicos e adubação, e ainda, de falta de saneamento ambiental;
- Estabelecer o manejo integrado de vegetação, solo e água, na bacia hidrográfica do rio Jaguari;
- Garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental das propriedades, por meio de incentivos financeiros aos proprietários rurais.

Principais metas:

- Adoção de práticas conservacionistas de solo com finalidade de diminuição da erosão e da sedimentação;
- Implantação de sistema de saneamento ambiental rural;
- Implantação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente - APPs;
- Implantação da Reserva Legal.

Parceiros:

- Prefeitura de Extrema: pagamento advindo de Receitas de ICMS;
- Instituto Estadual de Florestas - IEF-MG: insumos para a restauração florestal (cercas e fertilizantes);
- The Nature Conservancy– TNC: apoio técnico e financeiro (mão de obra para restauração florestal);
- SOS Mata Atlântica: fornecimento de mudas nativas;
- Agência Nacional de Águas – ANA: apoio técnico e financeiro para medidas de conservação de solo;
- Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá – CBH/PCJ: apoio para mapeamento de propriedades.



Figura 2.16 – Recuperação de APPs com o plantio de mudas nativas em Extrema (Fonte: Google Earth*).

* Google Earth - <https://earth.google.com/>

Produtor de Água

Municípios de Nazaré Paulista e Joanópolis, SP

O projeto piloto se inseriu no âmbito das políticas Estaduais e Federal de cobrança pelo uso da água e de incentivos para a conservação das bacias hidrográficas localizadas nas microbacias dos rios Moinho e Cancã, em Nazaré Paulista e Joanópolis, respectivamente, realizado com recursos financeiros advindos da Cobrança pelo uso da água – Comitê PCJ (Figura 2.17).

Tem como principais objetivos a conservação dos recursos hídricos por meio de ações de conservação de solo, a restauração florestal e o cercamento de fragmentos florestais.

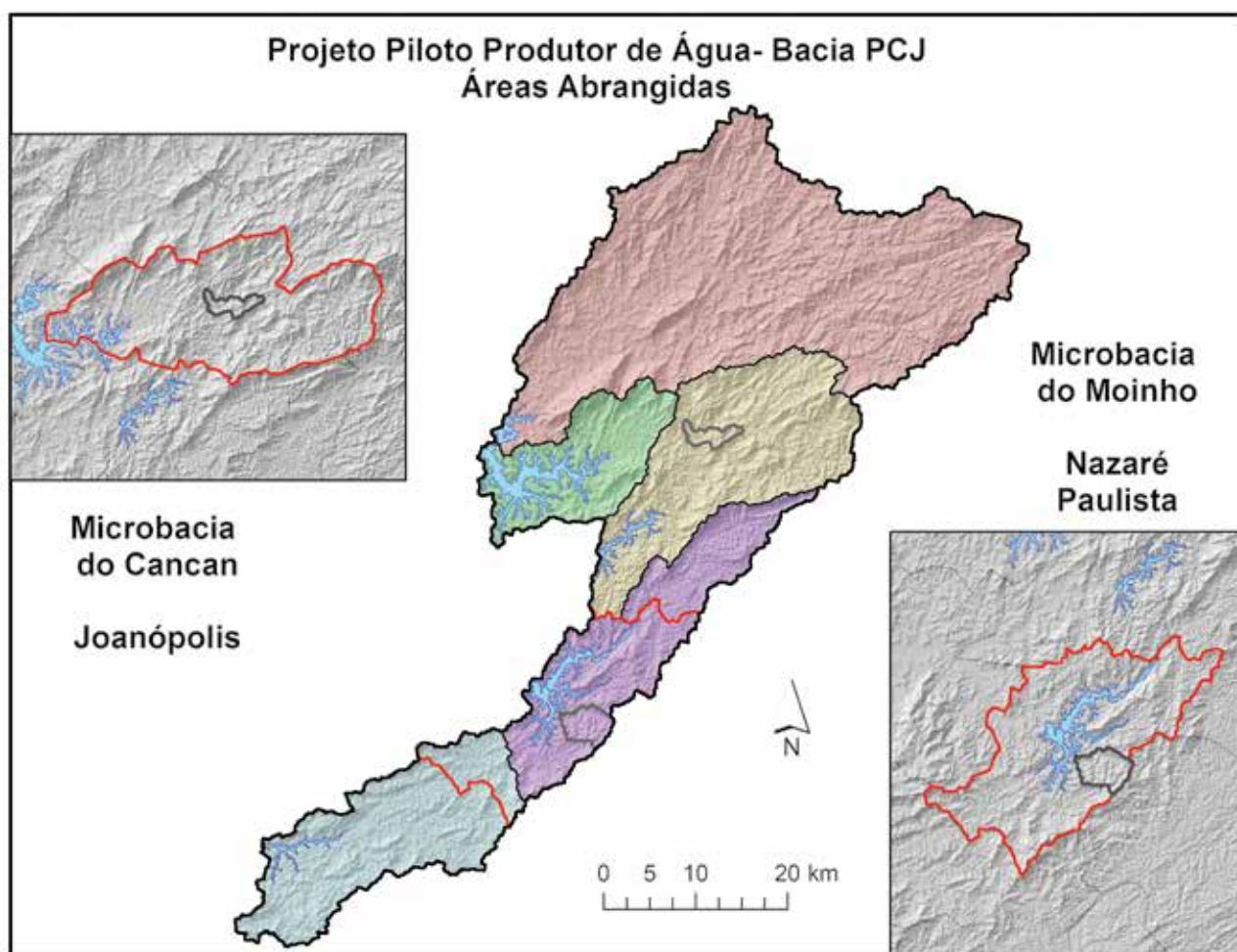


Figura 2.17 - Microbacias contempladas com o programa nos municípios de Nazaré Paulista e Joanópolis.

Projeto Mina D'Água

Município de Piracaia, SP

Primeiro projeto de Pagamentos por Serviços Ambientais com base na Política Estadual de Mudanças Climáticas (Lei 13.798, de 9 de novembro de 2009), foi estabelecido com recursos advindos do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição – FECOP, abrangendo 21 municípios no Estado de São Paulo (Figura 2.18).

Na região da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí, o projeto foi lançado em 2013 e município contemplado foi Piracaia, que possui 995 nascentes e cobertura florestal de 19,30%.

Tem como principais objetivos a eliminação de fatores de degradação, tais como presença de animais, fogo, focos de erosão, entre outros, favorecendo a regeneração natural da vegetação, através do plantio de espécies nativas de ocorrência regional, em áreas prioritárias definidas pela prefeitura parceira.



Figura 2.18 - Bacias Hidrográficas contempladas com o Projeto Mina D'Água.

O Programa Conservador das Águas, foi pioneiramente implementado na cidade de Extrema, no estado de Minas Gerais, a partir do ano de 2005, sendo um verdadeiro marco no tema de Pagamentos para Serviços Ambientais no país.

Os projetos de Pagamento por Serviços Ambientais, notadamente os de recursos hídricos, visam estimular a proteção das nascentes de mananciais de abastecimento público, conciliando preservação ambiental com geração de renda no meio rural.

Toda a sociedade civil precisa se envolver e reconhecer o valor dos serviços ambientais com a necessidade urgente de conservação e restauração dos ecossistemas, para que possamos manter água em quantidade e qualidade para o benefício da sociedade, inspirando ainda, outras iniciativas em diversas regiões do nosso país.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

3.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO SISTEMA CANTAREIRA

A educação ambiental é um tema que tem prioridade para ser desenvolvido nos municípios que compõem o Sistema Cantareira, porque traz reflexões e conhecimentos às pessoas sobre o que fazer e como fazer para proteger e usar a riqueza ambiental da região. Para compreender e conhecer as iniciativas de gestão e educação ambiental no Sistema Cantareira, foram realizadas entrevistas com gestores de nove municípios, cuja área total representa mais de 90% do sistema.

Os resultados indicam que todos os municípios desenvolvem ações e programas de educação ambiental em conjunto com organizações não governamentais e, aproximadamente 70% deles, em parceria com outros municípios e governos estadual e federal.

Um bom exemplo que ilustra a parceria entre município e ONG é o projeto “Semeando Água”, realizado pelo IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas em parceria com os municípios de Mairiporã, Nazaré Paulista, Joanópolis, Piracaia, Vargem, Itapeva, Extrema e Bragança Paulista. O projeto, que foi patrocinado pela Petrobras, desenvolveu ações de reflorestamento no entorno dos rios e conservação de solo em áreas produtivas, por meio do manejo ecológico de pastagem. Aliado a isso, a educação ambiental dissemina as lições aprendidas e promove a conscientização ambiental por meio de palestras, campanhas de conscientização e encontros participativos com a comunidade. Além desse projeto, que abrange quase a totalidade dos municípios do sistema Cantareira, diversas outras iniciativas foram citadas pelos gestores (Tabela 3.1).

Município	Projeto / Iniciativa	Descrição	Parcerias
Extrema	Observando o Rio Jaguari	O projeto consiste no monitoramento da qualidade dos rios e córregos urbanos e das sub-bacias por estudantes da rede municipal de ensino, capacitando cerca de 700 estudantes e 16 professores por ano.	The Nature Conservancy SOS Mata Atlântica
Mairiporã	Projeto Caminhos Sonoros	O objetivo é desenvolver a sensibilização musical e a educação ambiental, com base no conceito de Ecologia Sonora. Após quatro anos, 500 pessoas, professores e seus familiares foram atendidos pelo projeto.	Fare Arte Instituto Holcim
Nazaré Paulista	Trilha Urbana e Interpretativa	A proposta é aproximar a população de algumas espécies de árvores que são parte da história de vida dos moradores rurais, além de disseminar a importância das florestas urbanas.	Instituto de Pesquisas Ecológicas
Bragança Paulista	Coletivo Socioambiental de Bragança	O projeto reúne representantes de instituições, empresas, ONGs e toda a comunidade para discutir propostas e planejar ações de educação ambiental não formal para a comunidade.	Associação Bragança Mais Ministério do Meio Ambiente Sala Verde Pindorama
Vargem	Projeto Nascentes	O projeto realiza ações com pequenos produtores rurais, tais como: promoção de saneamento rural, sistemas de prevenção de erosão e assoreamento e reflorestamento, além de oficinas de capacitação ambiental.	Associação Mata Ciliar Coordenadoria de Assistência Técnica Integral.
Joanópolis	Joanópolis Socioambiente	O objetivo é gerar ações integradas de educação ambiental e planejamento para a preservação dos recursos hídricos por meio da capacitação de 500 agentes socioambientais em 20 comunidades em cada um dos municípios.	Os dois projetos em parceria com a ONG Terceira Via e o
Piracaia	Piracaia Água e Ambiente		Financiamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos
Itapeva	Águas de Itapeva	O projeto visa capacitar 250 agentes socioambientais locais, organizados em 10 comunidades interpretativas para participar de discussão dos problemas ambientais e dos recursos hídricos.	Consórcio PCJ Financiamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos
Camanducaia	Programa Eco Melhor	O programa é uma iniciativa que visa conscientizar crianças com relação à temática ambiental por meio de palestras e atividades lúdicas.	Empresa Melhoramento Florestal

Tabela 3.1 - Iniciativas de Educação Ambiental nos Municípios do Sistema Cantareira.

Percebe-se que existem excelentes projetos em andamento, mas a pesquisa também conseguiu destacar os principais desafios enfrentados pelos municípios para a implementação das ações e programas de Educação Ambiental.

Um dos pontos identificados foi a dificuldade para a captação de recursos externos, via editais, para o financiamento de programas. Aproximadamente 70% das cidades que abrangem o Sistema Cantareira não acessam recursos oriundos de editais. Segundo os gestores, a falta de corpo técnico devidamente qualificado para elaborar as propostas nos termos apresentados pelos editais é a principal dificuldade.

Verificou-se que em 2/3 dos municípios pesquisados, ainda não estão constituídos os Fundos Municipais de Meio Ambiente, que poderiam, entre outras possibilidades, garantir o financiamento de ações de educação ambiental em médio e longo prazo.

A educação ambiental envolve muitas questões, e os gestores municipais apontaram os temas que consideram mais relevantes para se trabalhar na região (Figura 3.1). Diante da grave crise hídrica atual, não é surpresa que os temas mais citados, de uma maneira geral, tenham sido “Captação, tratamento e distribuição de água” e “Reflorestamento e Recuperação de Áreas Degradadas”, já que existe uma relação direta entre restauração florestal e conservação dos recursos hídricos.

Pode-se mencionar, como uma curiosidade, a temática Consumo Consciente, englobado na categoria de outros, foi citado como um dos temas mais relevantes pelos municípios de Bragança Paulista e Mairiporã.

Concluindo, o caminho está sendo trilhado com ações e projetos para a proteção e conservação dessa região tão importante em recursos naturais, mas a política pública ainda precisa avançar muito, seja em aparelhamento e construção de equipes nas secretarias, seja em acesso e promoção de novos projetos por meio de recursos disponíveis no setor governamental ou privado.

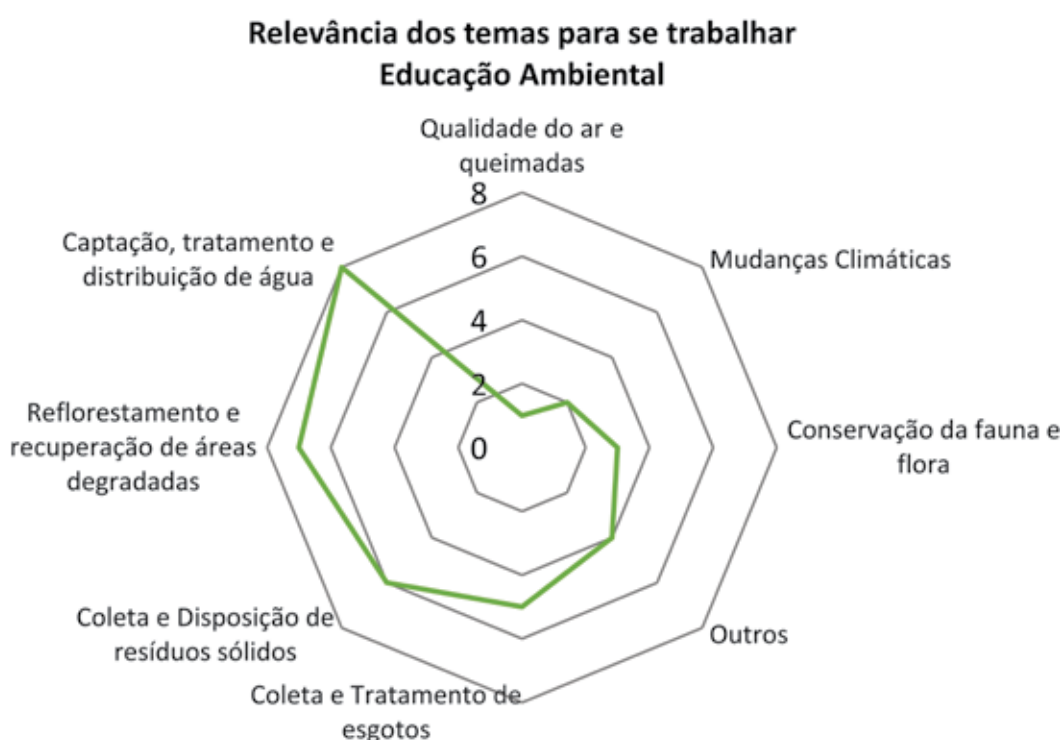


Figura 3.1 Relevância dos temas para se trabalhar Educação Ambiental.

3.2 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Política pública pode ser considerada como o processo pelo qual grupos tomam decisões que afetam a coletividade e condicionam o conjunto da sociedade (Assumpção Rodrigues, 2010*). O processo de formulação de políticas públicas pode ser relacionado exclusivamente a ação do Estado ou, aproximar-se da noção de governança, que é uma forma de governar que envolve diferentes atores da sociedade (Souza 2006**).

A área de contribuição do Sistema Cantareira se tornou alvo de diferentes políticas públicas por ser estratégica para a conservação dos recursos hídricos. O envolvimento direto de órgãos de Estado e de atores sociais diversos, tais como organizações não governamentais, associações, grupos de interesse, reflete em um conjunto de esforços públicos para garantir a qualidade e a quantidade de água produzida nesse sistema.

POLÍTICAS PÚBLICAS

requerem várias ações estratégicas para implementar os objetivos desejados, para isso, fazem uso de instrumentos para que as decisões e diretrizes se transformem em ação, assim, tomam forma de leis, de programas de caráter contínuo, de projetos de curto e médio prazo e de ações pontuais (Secchi 2010***)..

Neste sentido, duas dimensões das políticas públicas ganham importância: 1) a dimensão legal, que abrange o corpo conceitual e teórico da legislação e 2) a dimensão das ações práticas, que envolve os desdobramentos da legislação destinados à recuperação e conservação florestal.

A partir do ano 2000 houve um crescente incremento da legislação que incide sobre a recuperação de áreas degradadas na região do Sistema Cantareira. Entre 2001 e 2016 foram cerca de 28 novos corpos legais, dos quais fazem parte leis, decretos e resoluções¹ (Tabela 3.2). Dentro desta legislação recente, destaca-se a lei que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, dá outras providências e institui o Fundo de Restauração da Mata Atlântica (Lei federal 11.428 de 2006). Esta Lei tem papel fundamental porque restringe fortemente as possibilidades de novos desmatamentos em propriedades particulares, além de dar proteção legal as vegetações em estágio médio e avançado de regeneração natural.

Entretanto, grande parte da legislação se vincula à criação de programas, projetos e ações que visem, direta ou indiretamente, a recuperação de áreas degradadas. Cabe destacar: o Programa de Recuperação de Matas Ciliares (PRMC) do Estado de São Paulo; o Projeto Bolsa Verde em Minas Gerais, o Projeto Conservador das Águas em Extrema/MG, o Programa Município Verde Azul e o Projeto Mina D'Água em São Paulo. Ainda, vale ressaltar a significativa concentração de iniciativas vinculadas às políticas públicas de pagamento por serviços ambientais (PSA). A região do Sistema Cantareira se tornou um verdadeiro laboratório para experimentar políticas de PSA direcionadas à conservação e recuperação dos recursos hídricos.

O corpo legal estabelecido nesta última década visou principalmente criar meios para que ações de recuperação de áreas degradadas fossem implementadas. Porém, dentro desta nova legislação, a preocupação com o modo como as ações de recuperação podem e devem ocorrer também estão presentes. Neste sentido, o estado de São Paulo decretou a Resolução estadual SMA 08 de 2008, que fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Esta resolução apresenta de modo detalhado as exigências para conduzir ações de restauração florestal.

*Assumpção Rodrigues 2010. *Políticas Públicas*, São Paulo, Publifolha.

**Souza 2006. *Políticas públicas: uma revisão da literatura*. Revista Sociologias 16: 20-45.

***Secchi 2010. *Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise e casos práticos*, São Paulo, Cengage Learning

¹ Devemos pontuar que os decretos servem para regulamentar as leis criadas, mas de qualquer modo são importantes pois são estes que tornam as leis efetivas.

Tabela 3.2 - Esfera pública, título, ano de criação e assunto da legislação referente a recuperação de áreas degradadas que recai sobre a região de contribuição do Sistema Cantareira entre os anos 2001 e 2016.

Esfera	Título	Ano	Assunto
Federal	Lei federal 10.711	2003	Cria o Sistema Nacional de Mudanças e Sementes
	Decreto federal 5.153	2004	Institui o Sistema Nacional de Mudanças e Sementes
	Lei federal 11.428	2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, dá outras providências e institui o Fundo de Restauração da Mata Atlântica.
	Lei federal 12.651	2012	Dispõe sobre o novo Código Florestal.
	Lei federal 12.854	2013	Fomenta e incentiva ações que promovam a recuperação florestal e a implantação de sistemas agroflorestais em áreas rurais desapropriadas e em áreas degradadas.
Estadual	Resolução estadual SMA/SP 21	2001	Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas.
	Decreto estadual/SP 49.723	2005	Institui o Programa de Recuperação de Zonas Ciliares do Estado de São Paulo e dá providências correlatas.
	Resolução estadual SMA/SP 30	2007	Institui o banco de áreas para recuperação florestal no âmbito do projeto Mata Ciliar.
	Resolução estadual SMA/SP 42	2007	Institui o Projeto Estratégico Mata Ciliar e dá providências correlatas
	Lei estadual/SP 12.927	2008	Dispõe sobre a recomposição da Reserva Legal no Estado de São Paulo.
	Lei estadual/MG 17.727	2008	Dispõe sobre o incentivo financeiro aos proprietários e posseiros rurais – Programa Bolsa Verde.
	Resolução estadual SMA/SP 08	2008	Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas.
	Resolução estadual SMA/SP 68	2008	Regras para coleta e utilização de sementes oriundas de UCs no Estado de São Paulo
	Decreto estadual/MG 45.113	2009	Estabelece normas para a concessão de incentivo financeiro a proprietários e posseiros rurais – Programa Bolsa Verde.

Esfera	Título	Ano	Assunto
Estadual	Decreto estadual/SP 53.939	2009	Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo.
	Lei estadual/SP 13.798	2009	Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas.
	Decreto estadual/SP 55.947	2010	Regulamenta a Política Estadual de Mudanças Climáticas e institui o Programa de Remanescentes Florestais.
	Resolução estadual SMA/SP 123	2010	Define as diretrizes para o projeto Mina D'água.
	Resoluções estadual SMA/SP 36	2012	Define as diretrizes do Programa Município Verde Azul.
	Lei estadual/MG 20.922	2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.
	Decreto estadual SMA/SP 60.521	2014	Institui o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água, institui a unidade padrão Árvore-Equivalente.
	Resolução estadual SMA/SP 32	2014	Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo.
	Resolução estadual SMA/SP 70	2014	Define a metodologia para a conversão das obrigações de reposição florestal e projetos de recomposição de vegetação na unidade padrão Árvore-Equivalente.
Municipal	Decreto estadual SMA/SP 61.137	2015	Cria o Comitê Gestor do Programa Matas Ciliares.
	Resolução estadual SMA/SP 51	2016	Disciplina o procedimento de conversão de multa administrativa simples em serviço ambiental.
	Lei municipal 2.100	2005	Cria o Projeto Conservador das Águas
	Decreto municipal 1.703	2006	Regulamenta a Lei municipal 2.100/2005
	Decreto municipal 1.801	2006	Regulamenta a Lei municipal 2.100/2005

A legislação que se refere a recuperação de áreas degradadas possui três frentes de preocupação:

- 1) a de proteção dos remanescentes já existentes e das áreas em regeneração natural;
- 2) a de estabelecer iniciativas de cunho prático, como programas, projetos e ações; e
- 3) a de regulamentar a forma como se conduzir as iniciativas práticas, ou seja, as ações de restauração. Estas três frentes de preocupação estão expressas na legislação criadas nos últimos doze anos.

Deve-se destacar, no entanto, que a segunda preocupação é a mais marcante na região, pois vários programas e projetos foram criados, principalmente, pelos governos estaduais e municipais para viabilizar a recuperação de áreas degradadas. A Figura 3.2 apresenta o número acumulado da legislação.

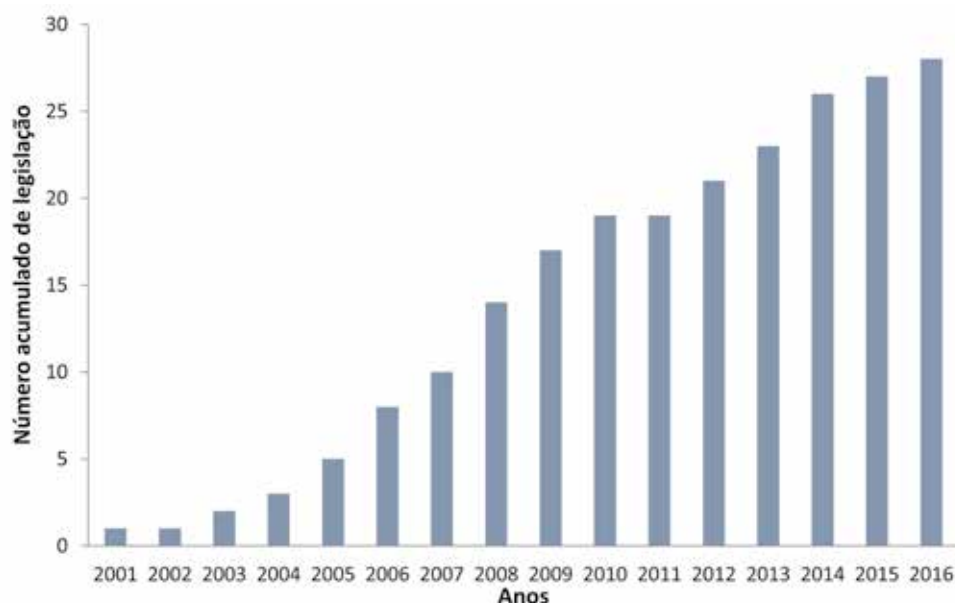


Figura 3.2 - Número acumulado da legislação que versa sobre a recuperação de áreas degradadas na área do Sistema Cantareira.

Os principais agentes criadores das leis, decretos e resoluções são os governos estaduais de São Paulo e de Minas Gerais. Cerca de 71% da legislação provém desta esfera de governo, sendo que o governo federal e o municipal aprovaram cada um 18 e 11% da legislação referente ao assunto, respectivamente (Figura 3.3).

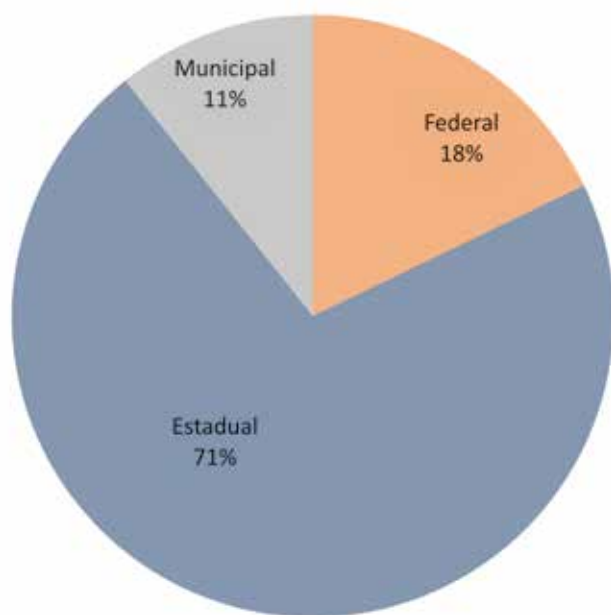


Figura 3.3 - Origem da legislação referente a recuperação de áreas degradadas que incidem sobre a região do Sistema Cantareira.

Ainda, um conjunto de iniciativas vem sendo realizadas por organizações não governamentais e universidades. Na região do Sistema Cantareira, várias ONGs vêm atuando com a temática da recuperação de áreas degradadas. Essas organizações, algumas vezes, contribuem para a formulação de programas e projetos criados no âmbito governamental e participam da implementação dos mesmos. Ademais, também desenvolvem suas próprias iniciativas. O papel das universidades merece destaque, pois são elas que vêm sistematizando parte do conhecimento teórico a partir de experiências de restauração florestal. ONGs, universidades e governos estão trabalhando conjuntamente para enfrentar os problemas relacionados às áreas degradadas na região do Sistema Cantareira.

Neste sentido que a iniciativa do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica visa agregar esforços e ações coletivas em defesa das prioridades da restauração florestal, o qual se apresenta como um movimento que congrega diferentes atores sociais. A missão do Pacto é restaurar a Mata Atlântica, gerando simultaneamente a conservação da biodiversidade, geração de trabalho e renda, manutenção e pagamento de serviços ambientais e adequação legal das atividades agropecuárias (Rodrigues et al. 2009*). O Pacto desempenha papel fundamental na padronização dos métodos e técnicas de restauração florestal, permite que sejam promovidas ações de troca de experiências e que as inovações possam ser mobilizadas no âmbito de novas políticas públicas.

* Rodrigues et al. 2009. *Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo, LERF/ESALQ, Instituto Bioatlântica.

SOBRE O IPÊ

O IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas é uma organização não governamental brasileira que trabalha pela conservação da biodiversidade do País, por meio da ciência, educação e negócios sustentáveis. Fundado em 1992, possui título de Oscip – Organização da Sociedade Civil de Interesse Público e tem sua sede em Nazaré Paulista (São Paulo).

Presente nos biomas Mata Atlântica, Amazônia, Pantanal e Cerrado, o Instituto realiza por ano cerca de 30 projetos que incluem pesquisa científica de espécies da fauna e flora, ações de educação ambiental e envolvimento comunitário, além de intervenções em paisagens e apoio à construção de políticas públicas para a conservação socioambiental. As atividades de educação ambiental e iniciativas conservacionistas alcançam cerca de 10 mil pessoas por ano e são baseadas no Modelo IPÊ de Conservação, criado e implementado ao longo de 25 anos de atuação.

Os projetos são liderados por pesquisadores especializados em diversas áreas do conhecimento. Ao todo, são 80 profissionais, 15 mestres e 10 doutores, que também fazem parte do corpo docente da ESCAS - Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade. A escola foi criada pelo IPÊ com o objetivo de multiplicar e transferir o conhecimento adquirido em anos de trabalho para conservação socioambiental. Por meio de cursos de curta duração, MBA em Gestão de Negócios Socioambientais e Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável, a escola capacita cerca de 500 pessoas ao ano. Como diferenciais, a ESCAS propõe o alinhamento entre a teoria e a prática, o foco na multidisciplinaridade e a excelência de seu corpo docente composto por renomados profissionais da área socioambiental.

www.ipe.org.br

www.escas.org.br



INSTITUTO
DE PESQUISAS
ECOLÓGICAS

www.ipe.org.br

