

Cadernos da Mata Ciliar



2



Estimativa da
densidade de
biomassa potencial com
uso de SIG no
Estado de São Paulo





Cadernos da Mata Ciliar

Nº 2 2009

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Alberto Goldman • Governador
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Pedro Ubiratan Escorel de Azevedo • Secretário



Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais - CBRN
Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares – UCPRMC

Redação

Oswaldo Stella Martins - CENBIO / Instituto de Eletrotécnica e Energia / USP
Helena Carrascosa von Glehn - CBRN/SMA
Magno Botelho Castelo Branco - CENBIO / Instituto de Eletrotécnica e Energia / USP
Renato Miazaki de Toledo - Iniciativa Verde
Mainara Karniol da Rocha - CENBIO / Instituto de Eletrotécnica e Energia / USP

Editores

Roberto Ulisses Resende
Marina Eduarte

Revisão de Citações e Referências

Margot Terada - Cetesb

Capa e Projeto Gráfico

Vera Severo

Fotos da Capa

Antonio Augusto Faria
José Jorge Neto

Editoração Eletrônica

Antonio Carlos Palácios
Edimar Dias Vieira
Wilson Issao Shiguemoto

CTP, impressão e acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

Secretaria do Meio Ambiente

Projeto de Recuperação de Matas Ciliares
Av. Frederico Hermann Jr, 345 – Alto de Pinheiros
05459-900 – São Paulo – SP
tel: 11 3133 3243
fax: 11 3133 3867
matasciliares@ambiente.sp.gov.br
www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar

Agradecimentos

Agradecemos ao Engº Florestal Antônio Carlos Galvão de Melo, da Floresta Estadual de Assis, cujas sugestões contribuíram de maneira significativa para este trabalho.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(CETESB - Biblioteca, SP, Brasil)

C129 Cadernos da Mata Ciliar [recurso eletrônico] / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. - N. 1 (2009)- ... São Paulo : SMA, 2009- .
... v. : il. col.
Irregular.
N. 2 Conteúdo: Estimativa da densidade de biomassa potencial com uso de SIG no Estado de São Paulo / Redação Oswaldo Stella Martins... [et al.]. Reimpressão 2010.
Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar/>>.
ISSN 1981-6235.

1. Áreas degradadas – recuperação 2. Biodiversidade – conservação
3. Cerrado 4. Desenvolvimento sustentável 5. Florestas – aspectos socioeconômicos 6. Mata Ciliar 7. Mata Atlântica I. São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente.

CDD (21.ed. Esp.)

333.751 53

CDU (2.ed. Port.)

502.13 (253)(051)

© 2009. SMA. CBRN

Qualquer parte deste documento pode ser reproduzido desde citada a fonte. Os artigos desta revista são de exclusiva responsabilidade de seus autores.

Disponível também em: <http://ambiente.sp.gov.br/mataciliar>

Periodicidade: Irregular

Tiragem: 1.000 exemplares

ISSN 1981-6235

ESTIMATIVA DA DENSIDADE DE BIOMASSA POTENCIAL COM USO DE SIG NO ESTADO DE SÃO PAULO



Trabalho desenvolvido no âmbito do Programa de Recuperação de Matas Ciliares do Estado de São Paulo com recursos advindos do Fehidro.

SUMÁRIO

Editorial **2**

Introdução **3**

Métodos **4**

Área de interesse **4**

Modelo de estimativa da biomassa potencial **5**

Tratamento das camadas (*layers*) **9**

Calibração do modelo **13**

Resultados - Mapas parciais **14**

Mapa do Índice de Biomassa Potencial **21**

Referências **25**



CARBON FREE

EDITORIAL

O Projeto de Recuperação de Matas Ciliares tem como objetivo central desenvolver instrumentos, metodologias e estratégias que viabilizem um programa de recuperação de matas ciliares de longo prazo, com abrangência estadual. O Projeto foi concebido pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e conta com doação do Global Environment Facility (GEF), implementada pelo Banco Mundial.

Um de seus objetivos é a difusão de idéias e conhecimentos em sentido amplo, ou seja, envolvendo aspectos sociais, econômicos e técnico-científicos. Nesse contexto, é publicada a série Cadernos da Mata Ciliar, que pretende, em seus sucessivos números, abordar enfoques e metodologias diversos sobre os temas relacionados à recuperação e conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, como recuperação de áreas degradadas, gestão do solo e dos recursos hídricos, mudanças climáticas, entre outros.

Neste segundo número, publicamos um trabalho resultante do desenvolvimento de metodologia para mapeamento do potencial de carbono estocado no Estado. Com o objetivo de fornecer uma estimativa da produção de biomassa vegetal em São Paulo, foram atribuídos índices a dados de solo, pluviosidade, radiação e topografia. A combinação resultou em um mapa de densidade de biomassa potencial, encartado na página central deste caderno.

Espera-se que essas informações sirvam de subsídio para ações em favor da absorção de carbono para compensar a emissão de gases do efeito-estufa, bem como estimule novos estudos e metodologias nesse sentido.





INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados do projeto que teve como objetivo estimar o estoque potencial de carbono em florestas nativas no Estado de São Paulo. Em primeiro lugar, foi calculado o potencial de estoque de biomassa para a região de estudo, em seguida, a partir deste resultado, foi elaborado um mapa que indica a quantidade potencial de carbono estocada nos diferentes tipos de cobertura vegetal do Estado de São Paulo. Busca-se, assim, obter referências que servirão de apoio para avaliar as variações históricas e futuras dos estoques de carbono nas florestas paulistas.

MÉTODOS

Premissas

Nesta primeira etapa do projeto, um modelo baseado no Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi utilizado para gerar um mapa na escala 1:500.000 do índice potencial de biomassa no Estado de São Paulo. Isso significa estimar a quantidade de biomassa vegetal potencial acima do solo, excluindo-se intervenções antrópicas e distúrbios naturais, como fogo, tempestades e períodos de seca extraordinariamente longos. Este trabalho assume que a densidade de biomassa florestal que uma determinada região pode suportar depende das condições climáticas, topográficas e edáficas, sem considerar o impacto cumulativo das atividades antrópicas, como poluição, extração madeireira, mudanças no uso do solo, etc. Desta forma, foi estimada a densidade de biomassa potencial para as diferentes regiões do Estado de São Paulo utilizando um SIG, levando-se em conta os fatores edáficos, climáticos e topográficos.

Este documento descreve as premissas e os procedimentos utilizados na obtenção dos resultados. Pelo fato de uma modelagem baseada em SIG permitir a incorporação da heterogeneidade espacial no processo de crescimento vegetal, os procedimentos adotados oferecem os resultados mais confiáveis na estimativa de densidade de biomassa potencial na escala proposta (IVERSON et al., 1994).

Ao incluir a metodologia detalhada nesse esforço de modelagem, a equipe espera expor as incertezas e dificuldades encontradas ao longo desse projeto, para que possa ser continuamente melhorado através do refinamento das técnicas de modelagem e ampliação da base de dados.

ÁREA DE INTERESSE

O Estado de São Paulo ocupa uma superfície de 248.600 km², representando 2,91% do território nacional. A distância entre os pontos norte e sul é de 611 km, na direção leste-oeste, essa distância é de 923 km. Em relação ao Meridiano de Greenwich, o Estado de São Paulo está a menos três horas no fuso horário.

Segundo o Governo Estadual (SÃO PAULO, 2005a), São Paulo possui uma população residente estimada de 40.824.082 habitantes, quase 22% da população brasileira, constituindo-se na mais populosa Unidade da Federação e em uma das mais densamente povoadas, com mais de 149 habitantes por quilômetro, contrastando com a média nacional de pouco menos de 20 habitantes por quilômetro quadrado.

No aspecto político-administrativo, o Estado de São Paulo é dividido em 645 municípios, distribuídos em 42 Regiões de Governo, 14 Regiões Administrativas e três Regiões Metropolitanas (Região Metropolitana de São Paulo, Região Metropolitana da Baixada Santista e Região Metropolitana de Campinas).

Aspectos físicos

A maior parte do Estado está localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, onde se destaca um de seus formadores, o Rio Grande, além de afluentes como o Tietê e o Paranapanema. Outros importantes rios do Estado são o Turvo, o Pardo, o Rio do Peixe, o Paraíba do Sul e o Piracicaba, além do Ribeira do Iguape, este na região litorânea.

São Paulo apresenta clima tropical, com chuvas variadas, inverno seco e verão quente, diferenciando-se no litoral, onde é tropical úmido, com temperaturas médias superiores a 22°C e chuvas abundantes, e no planalto, onde é predominantemente tropical de altitude, com temperaturas mais baixas, chuvas no verão e secas no inverno. A temperatura média oscila entre 16 e 18 graus e

MODELO DE ESTIMATIVA DA BIOMASSA POTENCIAL

a pluviosidade anual média fica entre 1.000 e 1.400 mm. Para se estimar a densidade de biomassa potencial no Estado de São Paulo, foi utilizado um modelo aditivo simples recomendado por Iverson et al. (1994), que determina o Índice de Biomassa Potencial (IBP) (Equação 1). Este modelo contempla a utilização de quatro camadas (layers):

- 1.Solos:** classificados de acordo com a textura e fertilidade;
- 2.ICMW:** Índice Climático Modificado de Weck (1970), que abrange valores como temperatura e duração da estação de crescimento;
- 3.Precipitação:** as médias pluviométricas anuais de cada localidade

4.Topografia: altitude e inclinação do terreno.

Para cada uma das camadas foi atribuído um índice (I) com valor máximo de 25 pontos, de forma que o valor máximo possível do modelo seria de 100 pontos. O índice climático e a precipitação média anual representam metade do IBP. As variáveis de altitude e inclinação formam juntas a camada da topografia, sendo que a altitude recebeu uma pontuação máxima de 13 pontos, e a inclinação, um máximo de 12. O tipo de solo (textura e fertilidade) representou os 25% restantes do modelo (Figura 1).

Equação 1

$$IBP = I(ICMW) + I(pluviosidade) + I(topografia) + I(solos)$$

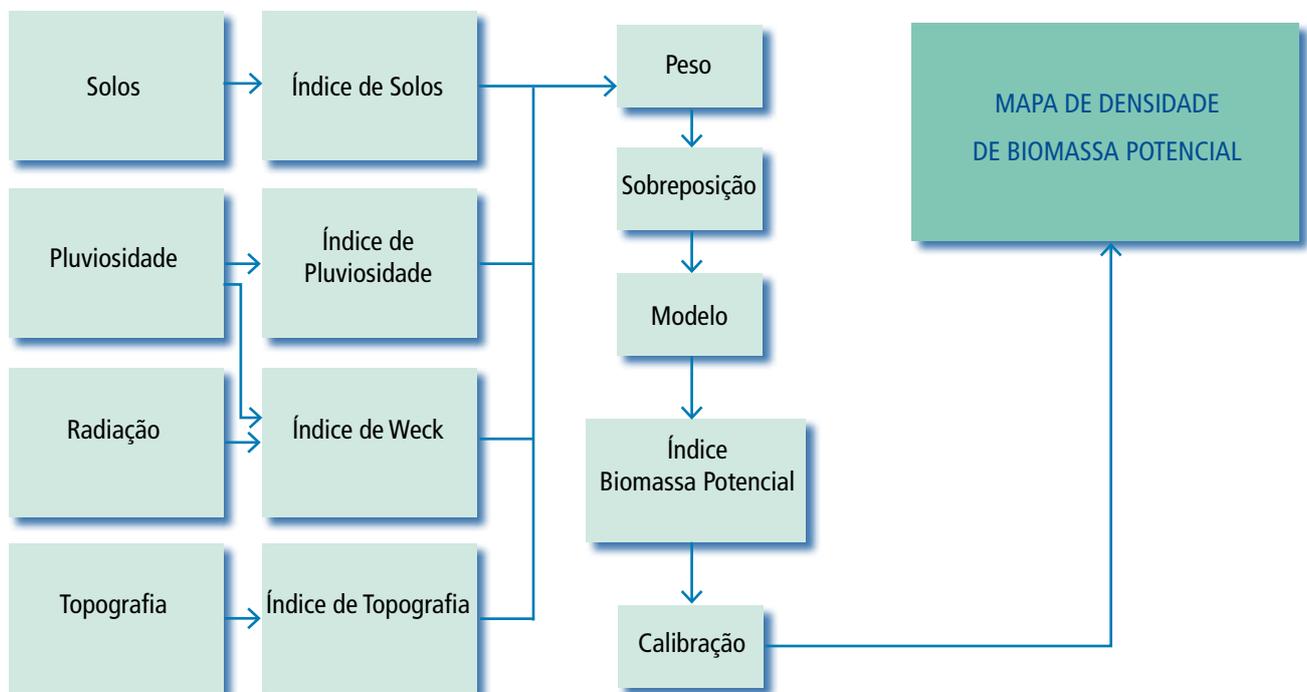


Figura 1. Diagrama da construção do modelo de SIG para geração de mapa com o potencial de fixação de carbono para o Estado de São Paulo. Fonte: IVERSON et al (1994) modificado.

As camadas (*layers*)

A primeira etapa deste esforço de modelagem consistiu na aquisição e processamento das bases de dados necessárias para a elaboração do modelo. O mapa-base contendo as delimitações do Estado de São Paulo foi fornecido pela Secretaria do Meio Ambiente, na escala 1:500.000.

Topografia

A base referente à altitude foi obtida da missão de mapear a topografia da Terra do ônibus espacial Endeavour em fevereiro de 2000 (FARR *et al*, 2007), consistindo em um formato Digital Elevation Model (DEM) de alta resolução.

Solos

Os dados de solo foram obtidos de duas fontes: a primeira no Instituto Agrônomo de Campinas, em formato SHP e na escala 1:500.000. A legenda dessa base foi estabelecida levando em conta o recém-publicado Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), sendo bastante distinta da nomenclatura apresentada em publicações anteriores.

A segunda fonte foi o formato digital SHP do mapa de fertilidade do Brasil, do IBGE. Para o Estado de São Paulo, a fertilidade é descrita em seis classes, variando de "muito baixa fertilidade" a "média a alta fertilidade".

Índice Climático Modificado de Weck

Weck (1961, *apud* WECK 1970) desenvolveu um modelo empírico baseado em dados climáticos para verificar a produtividade potencial de florestas na Alemanha. Mais tarde, esse pesquisador ampliou seu trabalho para a região tropical e desenvolveu a seguinte relação empírica para o seu índice (**Equação 2**), conhecida como Índice Climático de Weck (*ICW*):

Equação 2

$$ICMW = \frac{dT(S)(P_1 + \sqrt{P_2})(G)(H)}{100(T_m)}$$

Considere-se que dT (Celsius) é a diferença diurna entre as temperaturas média máxima e mínima do mês mais quente da estação de crescimento; S (horas) é o comprimento médio do dia durante a estação de crescimento; P_1 (dm) é o número de meses nos quais a precipitação média anual é inferior a 200 mm; P_2 é o número de meses nos quais a precipitação média anual excede 200 mm; G (meses) é a duração da estação de crescimento, que corresponde ao número de meses sem ocorrência de déficit hídrico; H é a média anual da umidade relativa do ar e T_m (Celsius) é a temperatura média do mês mais quente da estação de crescimento.

Este índice é baseado nas seguintes premissas:

1. Nos trópicos, a respiração é menor se a temperatura noturna for baixa (dT).
2. A produtividade líquida de biomassa é diretamente proporcional à duração do dia.
3. A relação entre a produtividade líquida e os valores de precipitação não é linear. Um aumento contínuo na precipitação acima de 2.000 mm/ano vai corresponder a uma diminuição sucessiva do aumento na produtividade líquida.
4. A produtividade líquida é diretamente proporcional à duração da estação de crescimento.
5. A produtividade líquida é diretamente proporcional à umidade relativa do ar (H), que, por sua vez, é altamente dependente dos valores de precipitação e da cobertura vegetal existente.
6. O efeito da precipitação pluviométrica na produtividade líquida é menor se a temperatura da estação de crescimento aumenta.

Infelizmente, Weck faleceu antes de poder testar e adequar esse índice. Ao aplicá-lo na estimativa de biomassa atual em florestas tropicais da Ásia, Iverson et al. (1994) modificaram o Índice Climático de Weck para a seguinte forma (Equação 3):

Equação 3

$$ICMW = \frac{S(P_1 + \sqrt{P_2})(G)(H)}{100(T_m)}$$

O índice modificado passou a ser utilizado por esses autores baseando-se na evidência que, em florestas tropicais maduras, a proporção de produção de biomassa por unidade de área para densidade de biomassa é constante em todos os biomas ou regiões climáticas (BROWN; LUGO, 1982). Além disso, a biomassa total é resultado da integração da produção líquida em função do tempo para alcançar a maturidade.

Neste trabalho, como o objetivo é a determinação do potencial de biomassa, excluímos do índice a variável umidade relativa do ar (H), por ser altamente correlacionada com a vegetação existente. Desta forma, o $ICMW$ foi utilizado na seguinte fórmula simplificada:

Equação 4

$$ICMW = \frac{S(P_1 + \sqrt{P_2})(G)}{100(T_m)}$$

Estação de crescimento (G)

A estação de crescimento corresponde, na região tropical, aos períodos em que não ocorre déficit hídrico. Esta variável está fortemente associada aos períodos de seca, mas apresentando variações de acordo com a cobertura vegetal, tipo de solo e bacia hidrográfica. Como o propósito deste trabalho é fornecer uma estimativa da produção de biomassa vegetal no Estado, optou-se por considerar como períodos de déficit hídrico os meses sem chuvas, por ser uma variável relativamente fácil de

obter, apresentando elevada confiabilidade.

Desta forma, a estação de crescimento (G) é definida como:

Equação 5

$$G = 12 - S$$

sendo que S = meses de seca

Para a obtenção destes dados, recorreu-se às cartas produzidas pelo IBGE na escala 1:1.000.000, que dividem os períodos de seca em cinco grupos principais:

Sem seca – ausência de períodos secos, com chuvas durante todo o ano.

Subseca – período de seca geralmente inferior a um mês.

1 a 2 meses secos – período de seca entre 1 e 2 meses.

3 meses secos – seca durante 3 meses do ano.

4 a 5 meses secos – 4 a 5 meses sem chuvas.

Estimativa do período de déficit hídrico

Para aumentar a confiabilidade do modelo, os períodos de déficit hídrico foram ligeiramente superestimados a partir dos dados de meses secos, sendo estes últimos convertidos da seguinte forma:

Sem seca – considerado como ausência de déficit hídrico.

Subseca – período de déficit equivalente a um mês.

1 a 2 meses secos – déficit equivalente a dois meses.

3 meses secos – 3 meses de déficit.

4 a 5 meses secos – considerado como 5 meses de déficit hídrico.

Solarimetria

Os dados de insolação diária (horas) e duração média do dia (horas) durante a estação de crescimento foram obtidos no Atlas Solarimétrico do Brasil (2000). Essa base fornece dados para 48 municípios no Estado. Esses valores, em conjunto com os dados de pluviosidade e temperatura, foram utilizados para gerar o Índice Climático de Weck (1970) Modificado.

Pluviosidade

Nesse modelo, os valores de pluviosidade alimentaram, além da camada de pluviosidade, a camada do ICMW. Em ambas as camadas, os valores pluviométricos foram obtidos de bases disponíveis na internet (HIJMANS et al, 2005; VOSE et al, 1992; WMO, 1996; FAO, 2001; JONES & GLADKOV, 2007; UNH, 2007). Vale ressaltar que estas bases de dados contêm diversas variáveis meteorológicas, como pressão e temperatura, sendo que esta última foi também utilizada no ICMW.

Dados de vegetação

Com o intuito de obter dados na literatura sobre os valores de biomassa nas diferentes formações vegetais, a cobertura vegetal no Estado foi dividida, de maneira simplificada, segundo a classificação de Veloso, Rangel F^o e Lima (1991):

Floresta Ombrófila Densa

É uma mata perenifólia (sempre verde), com árvores emergentes de até 40 metros de altura. A vegetação arbustiva é bastante densa, composta por samambaias arborescentes, bromélias e palmeiras. Nas áreas mais úmidas, às vezes temporariamente encharcadas, antes da degradação pelo homem, ocorriam figueiras, jerivás (palmeiras) e palmitos (*Euterpe edulis*). Esta formação está relacionada a fatores climáticos de elevadas temperaturas (médias de 25°) e de precipitação elevada e bem distribuída durante o ano (seca máxima de 60 dias).

Floresta Ombrófila Mista

É também conhecida como mata de araucária, devido ao fato de o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) constituir o andar superior da floresta, que apresenta o sub-bosque bastante denso. Nessa formação, também é visível a ocorrência de gêneros mais primitivos, como *Drymis* e *Podocarpus*.

Floresta Estacional Semidecidual

Também conhecida como floresta tropical subcaducifólia, a fisionomia dessa classe de vegetação está

condicionada pela dupla estacionalidade climática: um verão com chuvas intensas, seguido de um inverno seco, com temperaturas inferiores a 15°C. Entre 20% e 50% das árvores perdem as folhas durante o período de seca.

Savanas (Cerrados)

Vegetação adaptada a regimes de seca de 1 a 5 meses, que cresce em solos pobres e ácidos. Apresenta três formações distintas. A mais característica é a formação savânica, que engloba o cerrado *strictu sensu*, caracterizado pela presença bem definida dos estratos, onde árvores de baixa estatura estão distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades, sem que se forme uma cobertura contínua; a formação florestal (cerradão, mata seca e mata de galeria), com predominância de espécies de árvores de média a alta estatura e formação de cobertura pela proximidade das copas das árvores formando o dossel; e a formação campestre (campo sujo e campo limpo), onde predomina a vegetação herbácea e pequenos arbustos e subarbustos em pequena ou praticamente nenhuma quantidade.

Para a calibração do modelo, os valores de biomassa referentes a essas formações vegetais foram referenciados em artigos científicos publicados em periódicos especializados. Esses artigos estão relacionados no item "Referências", localizado no final do documento.

Incertezas na estimativa de biomassa das formações vegetais do Estado

Toda a estimativa de biomassa das diferentes formações vegetais do Estado de São Paulo foi realizada através da aplicação de equações alométricas ajustadas para a pluviosidade da área (BROWN; GILLESPIE; LUGO, 1989), utilizando dados obtidos em artigos científicos e inventários florestais publicados em revistas especializadas. Essas equações utilizam o diâmetro à altura do peito (DAP) como fator de determinação da biomassa acima do solo. Entretanto, alguns fatores inerentes a esse tipo de estimativa geram incertezas e não podem ser evitados

(IVERSON et al., 1994):

- Diversos trabalhos realizados na área florestal são inventários realizados em escala local (por exemplo, fragmentos de mata), não devendo seus resultados biométricos ser extrapolados para as florestas de maior área. Brown & Lugo (1984, 1992) e Brown, Gillespie & Lugo (1989) demonstraram que determinações de biomassa a partir desse tipo de estudo podem gerar valores mais elevados do que o real, pois o tamanho e o número das parcelas amostrais são insuficientes.
- Muitos estudos de florística e fitossociologia ajustam a colocação das parcelas (plots) amostrais de forma a incluir árvores grandes na amostra (BROWN; LUGO, 1992). Isso leva a uma superestimativa da biomassa nas formações florestais, porque a biomassa das árvores aumenta geometricamente com o aumento do diâmetro das árvores.

- A maioria dos trabalhos não apresenta os dados brutos, e sim as distribuições diamétricas das árvores amostradas, o que gera erro na determinação da biomassa.
- Parte considerável dos inventários realizados foi conduzida em áreas perturbadas.

Desta forma, para a determinação dos valores de biomassa estimados a partir dos valores de diâmetro à altura do peito (DAP) obtidos na literatura, as seguintes equações alométricas foram utilizadas:

Sendo:

Y : biomassa acima do solo (kg)

D : diâmetro à altura do peito (cm)

Para a aplicação das equações, considerou-se o valor médio de cada classe de diâmetro, multiplicando-se este valor obtido pelo número de árvores de cada classe.

Tabela 1 Equações alométricas para determinação de biomassa a partir de valores de DAP e área basal.

Pluviosidade (mm/ano)	Equação	R ² ajust	Referência
<1500	$Y = \exp(-1,996+2,32*\ln(D))$ ¹	0.89	Brown et al. (1989)
>1500	$Y = \exp(-2,134+2,53*\ln(D))$ ¹	0.97	Brown et al. (1989)
<2500	$Y = 32,29+5,94*AB$ ²		

¹ BROWN; GILLESPIE; LUGO (1989).

² Este trabalho

TRATAMENTO DAS CAMADAS (LAYERS)

Topografia

Altitude

Como reportado por diversos autores, a zonação altitudinal altera os padrões de vegetação, principalmente através das variações climáticas associadas a cada classe de altitude. Por esse motivo, uma camada de altitude foi incluída em nosso modelo. As classes de altitude se basearam nas sugestões de Iverson et al. (1994), divididas

em cinco classes, de acordo com as variações gerais da vegetação:

0–15 m Floresta litorânea – mangue

16–750 m Floresta baixa

751–1.500 m Floresta montana de transição

1.501–2.010 m Floresta montana baixa

2.011–3.000 m Floresta montana alta

3.001–3.750 m Floresta sub-alpina (não encontrada no Estado de São Paulo)

Neste trabalho, a zonização seguiu os padrões de vegetação encontrados no Estado de São Paulo, a saber:

0–15 m Floresta litorânea – mangue

16–50 m Formação de terras baixas

51–500 m Formação submontana

501–1.500 m Formação montana

+ 1.501 Formação alto-montana

Os pesos atribuídos para cada classe de altitude estão representados na **Figura 2**. A classe de altitude **0–15 metros** recebeu um peso menor devido ao fato de essas formações vegetais ocorrerem ao longo da costa e comumente possuem valores de biomassa inferiores aos das florestas de terras baixas.

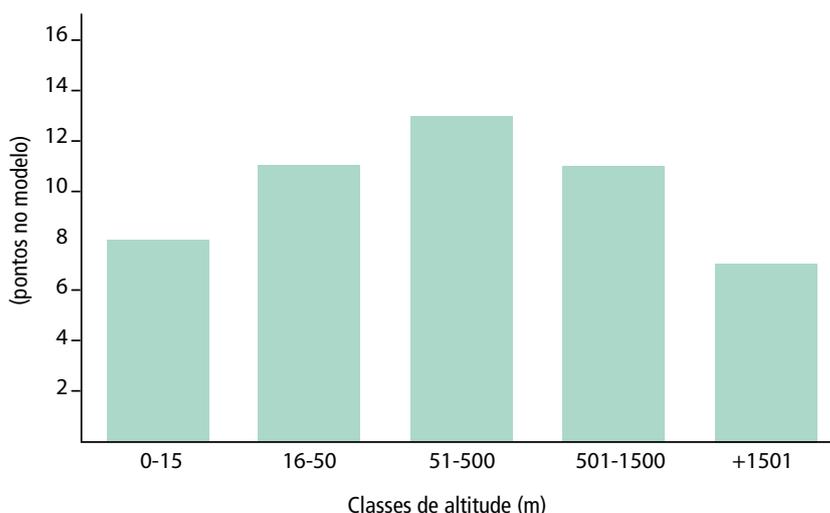


Figura 2 Peso atribuído às classes de altitude no modelo. Fonte: IVERSON et al (1994)

Declividade

Segundo Iverson et al (1994), a declividade é uma das variáveis cuja correlação com a biomassa florestal é extremamente variável. Elevados valores de biomassa já foram encontrados em terrenos relativamente inclinados, quando comparados com os valores encontrados em áreas planas adjacentes. Dessa forma, a declividade do terreno assume uma pontuação relativamente baixa neste modelo, variando de 12 pontos (inclinação até 10%) a 8 pontos (inclinações superiores a 20%).

A declividade foi calculada com base no modelo digital de terreno SRTM reamostrado para a resolução de trabalho. Assim, a declividade calculada representa a variação na altitude média a cada quilômetro quadrado. A etapa de definição de classes necessitou de ajustes, uma vez que o método de Iverson et al (1994) não utilizou modelo numérico de terreno, mas sim um mapa temático de relevo. O modelo de declividade foi confrontado com

o mapa de relevo do IBGE, e verificou-se que predominam em São Paulo relevos de “suave ondulado” a “ondulado”, que ocupam mais de 90% das terras do Estado.

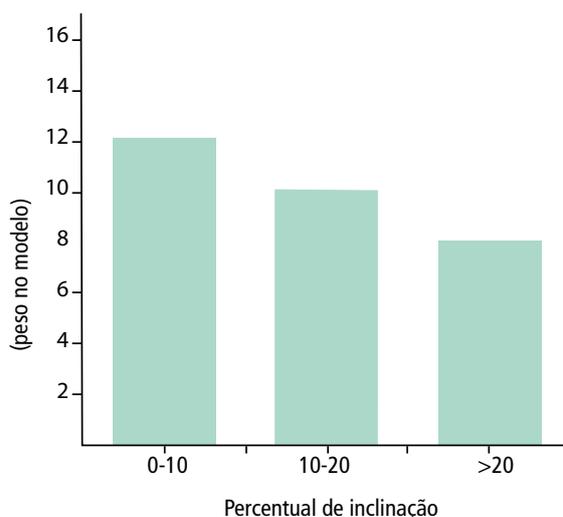


Figura 3 Peso atribuído aos graus de inclinação do terreno. Fonte: IVERSON et al (1994).

Não são previstas restrições de biomassa potencial para essas classes de relevo em que a declividade calculada é inferior a 10%. Também foi detectado que áreas de relevo “forte ondulado” (com declividades entre 10% e 20%) e áreas de relevo “montanhoso” (com declividades superiores a 20%) apresentam restrições previstas por Iverson et al (1994) (Figura 3).

Solos

Diversos fatores edáficos afetam os padrões de distribuição de biomassa em florestas tropicais (WHITMORE, 1984). A produtividade florestal é geralmente relacionada à fertilidade do solo, mas esse potencial é muito mais afetado por fatores climáticos e textura, pois elevados valores de biomassa têm sido reportados na região amazônica, em florestas crescidas sobre solos pobres em nutrientes, mas com textura adequada (LAURANCE et al., 1999; SAATCHI et al., 2007).

A textura do solo foi considerada uma variável importante na capacidade de produção de biomassa de um sistema florestal, por estar diretamente relacionada à capacidade do solo de armazenar umidade, nutrientes e matéria orgânica (SANCHEZ, 1976). Solos com textura média são considerados como mais apropriados para a produção de biomassa vegetal (Figura 4).

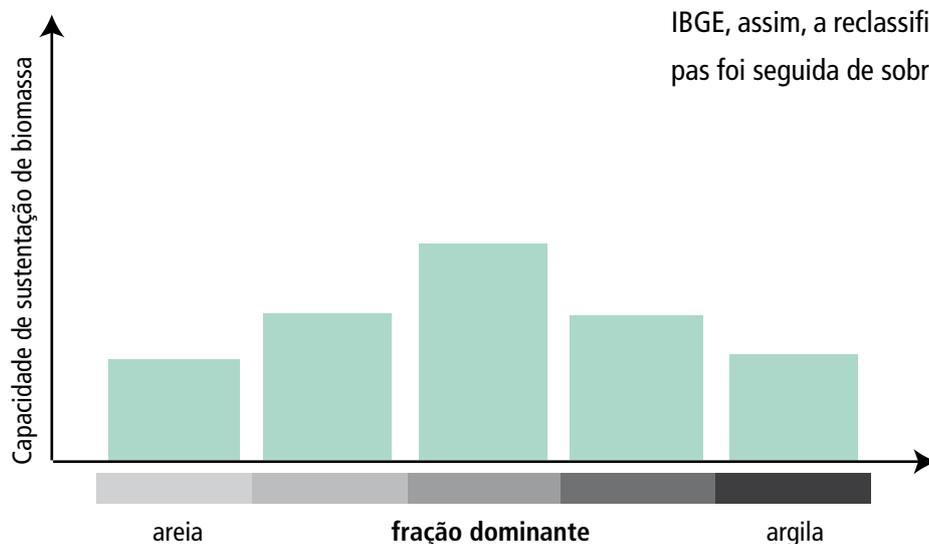


Figura 4 Esquema da capacidade de sustentação de biomassa florestal de acordo com a textura dos solos.

Fonte: SANCHEZ (1976).

Os solos foram divididos primariamente em dois grupos: não-adequados (apenas afloramentos rochosos e solos extremamente arenosos e rasos) e adequados (todos os outros). Dentro do grupo dos solos adequados, foram atribuídos escores de acordo com a textura (IVERSON *et al*, 1994), de modo que o melhor tipo de solo (fértil, textura média) contribui com 25 pontos para o IBP, enquanto que o pior tipo (baixíssima fertilidade, textura arenosa) contribui com apenas três pontos. Esses valores resultaram na seguinte classificação (Tabela 1):

Tabela 1 Pontuação das diferentes classes de solo em referência a fertilidade e textura

Pontos	aptidão/textura
12	fértil, textura média-fina a média-grossa.
10	fértil, textura fina ou grossa.
6	não-fértil.

Fonte: dados da pesquisa.

Foi considerado que o mapeamento pedológico do IAC poderia ser enriquecido com o mapa de fertilidade de solos do Brasil (IBGE), uma vez que diferentes formações geológicas podem originar solos de mesma classe pedológica, porém quimicamente distintas, com variação de fertilidade. Assumiu-se que parte desta variação poderia ser indicada pelo mapa síntese de fertilidade do IBGE, assim, a reclassificação de pontuação dos dois mapas foi seguida de sobreposição de soma.

Tabela 2 Pontuação das diferentes classes de fertilidade IBGE

Pontos	fertilidade
13	média a alta.
11	baixa a média.
10	média a muito baixa
9	baixa
8	baixa a muito baixa
7	muito baixa.

Fonte: dados da pesquisa.

ICMW

Os valores de ICMW variaram de 198 a 1.222, sendo divididos de maneira não-linear em 25 classes. Mais valores foram agrupados nas classes inferiores porque a vegetação é mais sensível ao ICMW na extremidade seca, um padrão similar ao utilizado por Holdridge (1967). As 16 primeiras classes sofreram um incremento de 25 unidades, as 6 seguintes um incremento de 50 unidades e as 3 restantes, um incremento de 100 unidades (Figura 5).

Pluviosidade

A correlação entre as classes de precipitação e a densidade de biomassa foi assumida como positiva até o valor de 3.200 mm/ano, a partir do qual essa correlação passa a possuir um efeito negativo na biomassa (BROWN; LUGO 1982). Segundo as recomendações de Brown et al. (1993), 400 mm anuais é o limite mínimo de suporte de formações arbóreas, sendo que o valor mínimo encontrado para o Estado de São Paulo foi de 1.182 mm/ano (Figura 6).

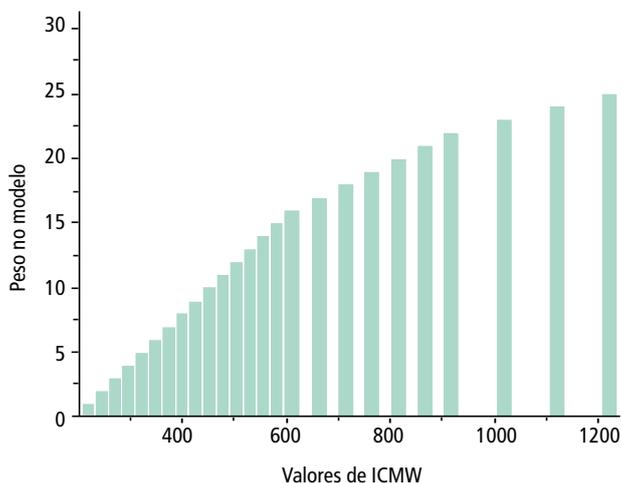


Figura 5 Peso atribuído aos valores de ICMW no modelo. Fonte: IVERSON et al. (1994) modificado.

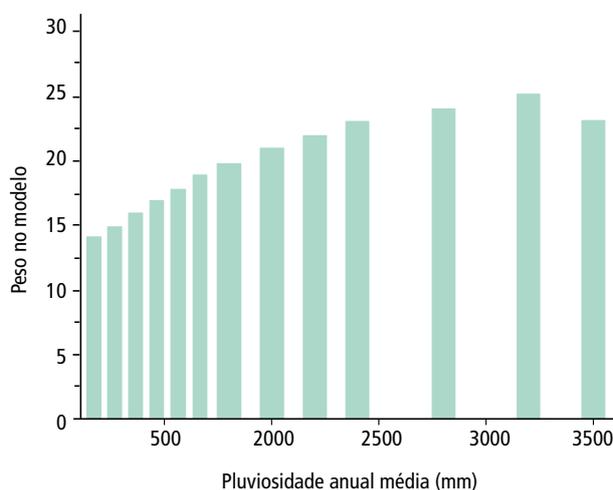


Figura 6 Peso atribuído aos valores de pluviosidade no modelo. Fonte: IVERSON et al. (1994) modificado.

CALIBRAÇÃO DO MODELO

Com os valores dos índices para cada camada estabelecidos, foi gerado o mapa contendo os índices de biomassa potencial (IBP) para o Estado de São Paulo. Para transformar o mapa com valores de IBP em valores de tonCO₂/ha, aos limites mínimo e máximo da escala de IBP, foram atribuídos valores médios de biomassa (carbono) encontrados na literatura para cada formação vegetal (Figura 7). A partir daí, os valores intermediários foram obtidos, assumindo-se a escala linear, pois os diferentes pesos para as variáveis já haviam sido estabelecidos anteriormente.

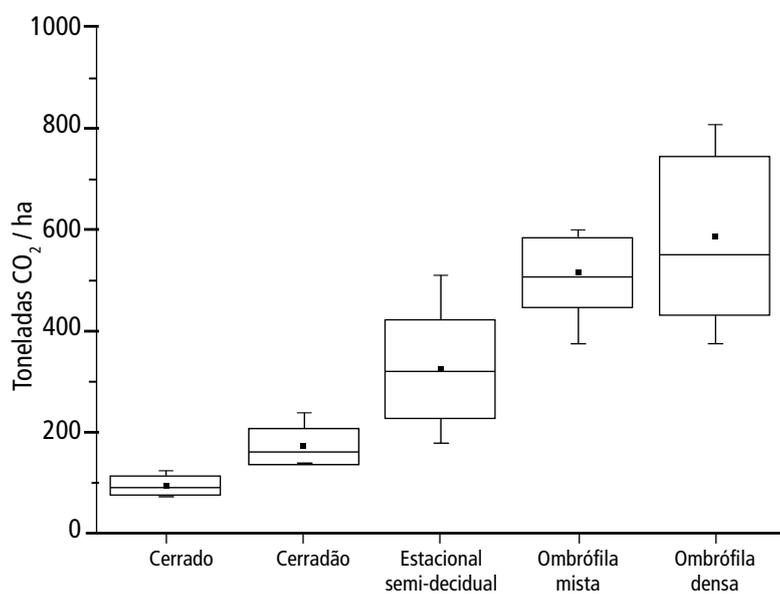


Figura 7 Valores estimados para as diferentes formações vegetais presentes no Estado de São Paulo.

Fonte: artigos publicados em periódicos especializados (vide Referências).

RESULTADOS – MAPAS PARCIAIS

Altitude

A **Figura 8** apresenta a distribuição da altimetria no Estado de São Paulo. As maiores altitudes foram encontradas na Serra do Mar e Serra da Mantiqueira, regiões que apresentam também os mais altos valores de pluviosidade no Estado.

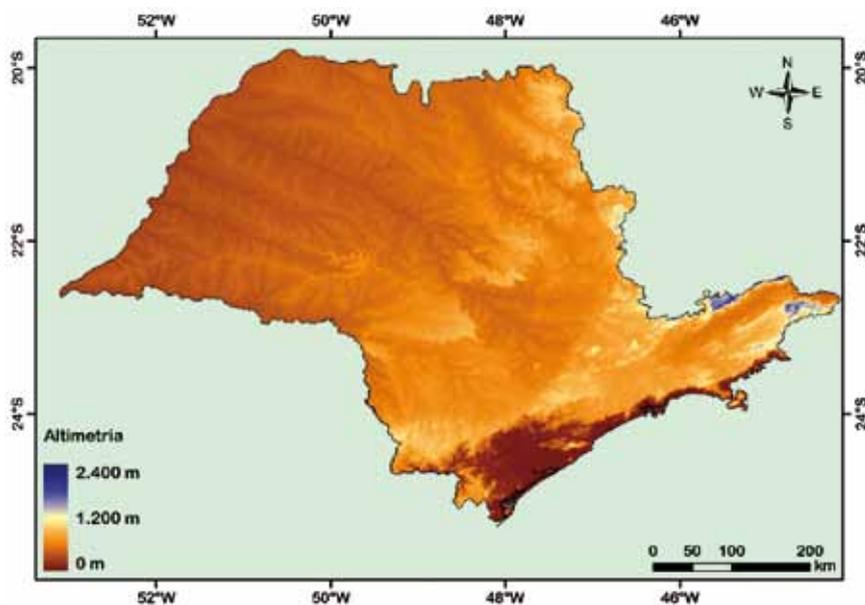


Figura 8 Base de altimetria

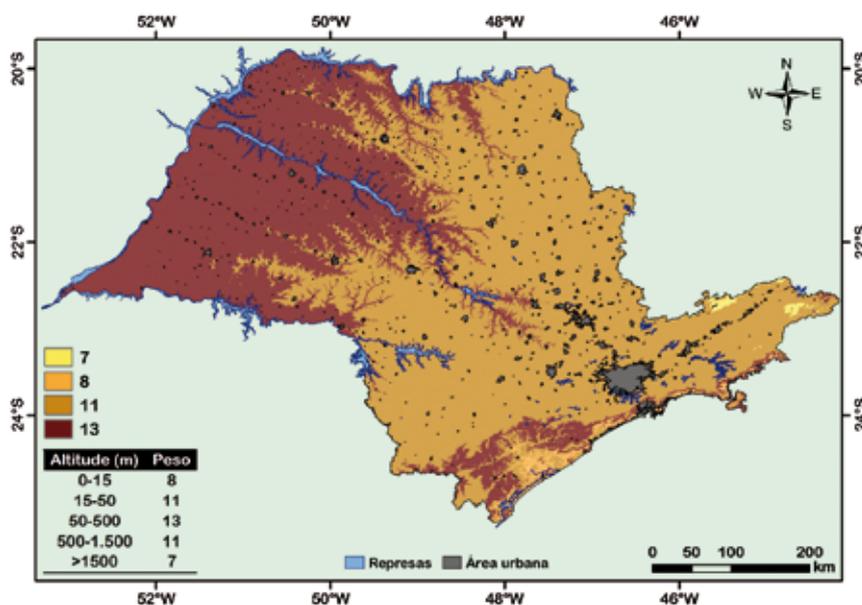


Figura 9 Classes de altimetria para modelagem

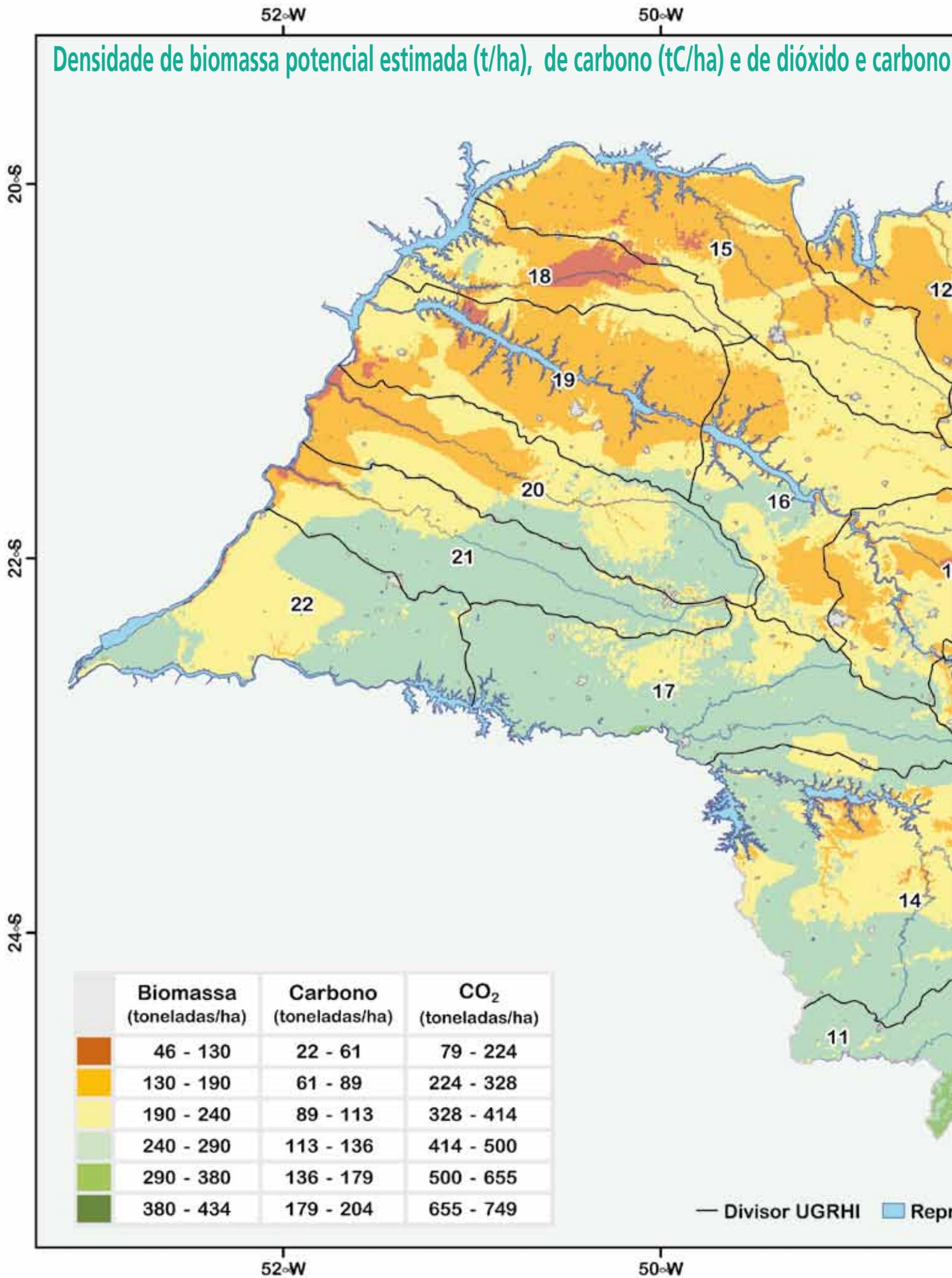
ENCARTE DE CADERNOS DA MATA CILIAR Nº 2/2009

“Estimativa da densidade de biomassa potencial com uso de SIG no Estado de São Paulo”

Densidade de biomassa potencial estimada (t/ha), de carbono (tC/ha) e de dióxido de carbono (tCO₂/ha) para o Estado de São Paulo

.....>

Densidade de biomassa potencial estimada (t/ha), de carbono (tC/ha) e de dióxido e carbono

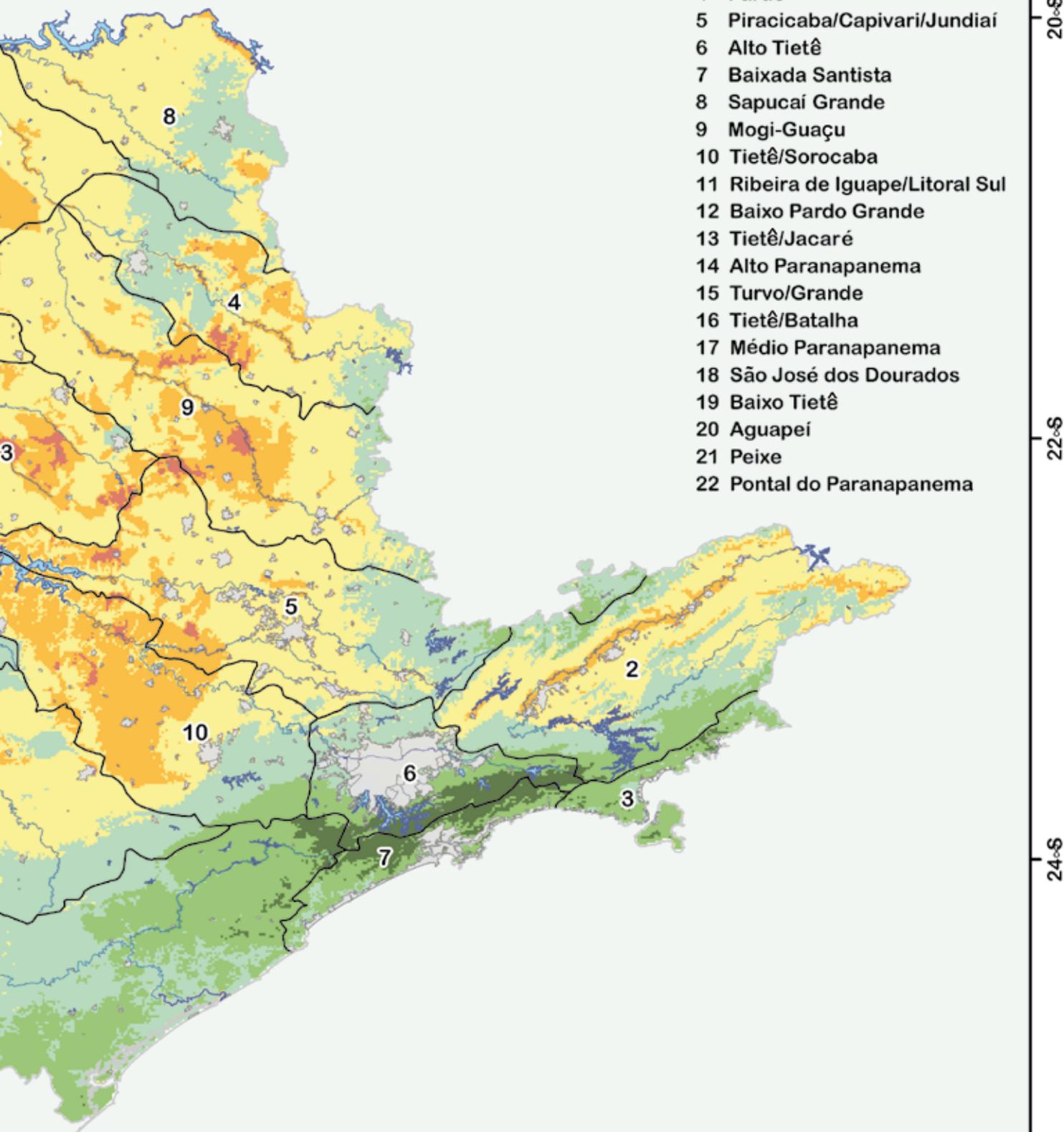


48°W 46°W 44°W

(tCO₂/ha) para o Estado de São Paulo

UGRHI

- 1 Mantiqueira
- 2 Paraíba do Sul
- 3 Litoral Norte
- 4 Pardo
- 5 Piracicaba/Capivari/Jundiaí
- 6 Alto Tietê
- 7 Baixada Santista
- 8 Sapucaí Grande
- 9 Mogi-Guaçu
- 10 Tietê/Sorocaba
- 11 Ribeira de Iguape/Litoral Sul
- 12 Baixo Pardo Grande
- 13 Tietê/Jacaré
- 14 Alto Paranapanema
- 15 Turvo/Grande
- 16 Tietê/Batalha
- 17 Médio Paranapanema
- 18 São José dos Dourados
- 19 Baixo Tietê
- 20 Aguapeí
- 21 Peixe
- 22 Pontal do Paranapanema



Reservas Área urbana Rios Principais

Densidade de biomassa potencial estimada (t/ha), de carbono (tC/ha)
e de dióxido de carbono (tCO₂/ha) para o Estado de São Paulo

←.....

Declividade

Como esperado, os maiores valores de inclinação também foram observados nas regiões da Serra do Mar e da Mantiqueira, na fronteira com os Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais.

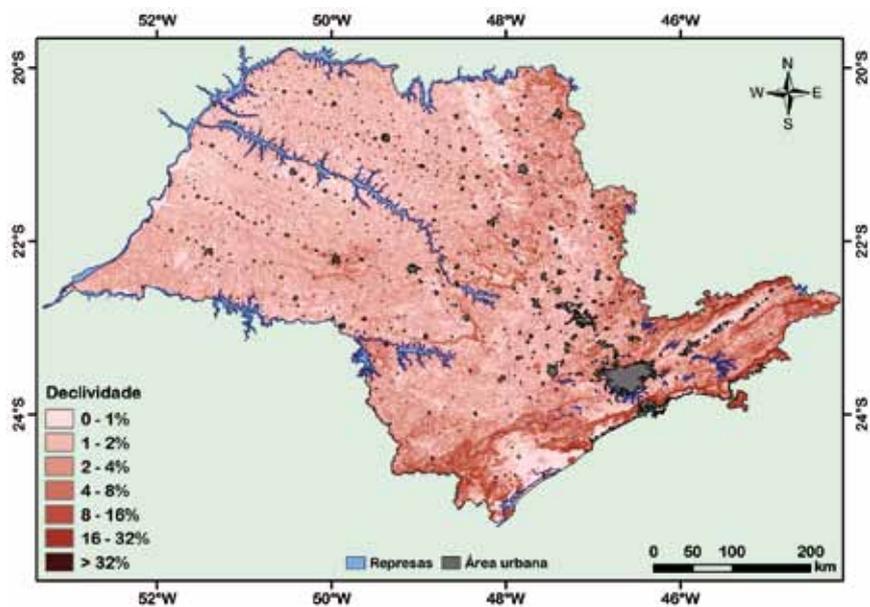


Figura 10 Base de declividade

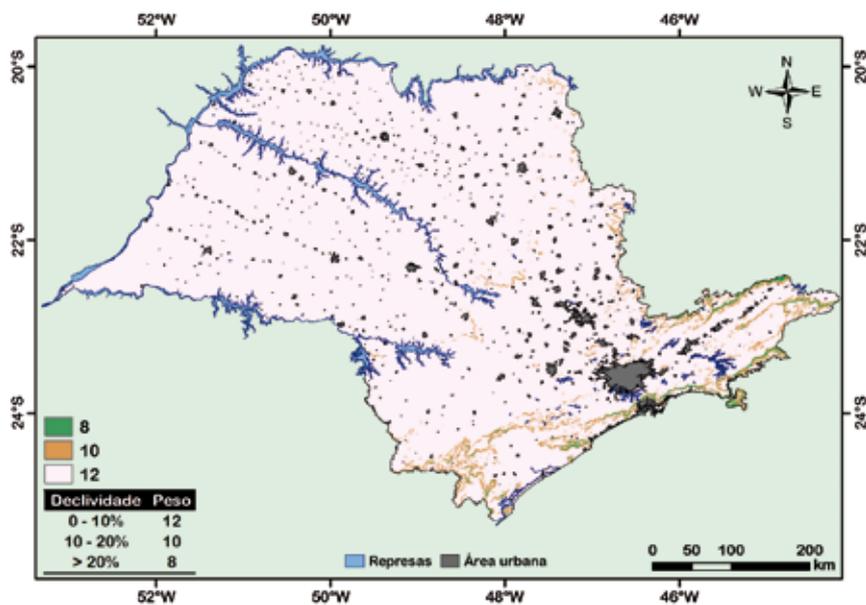


Figura 11 Pesos referentes à declividade

Pluviosidade

A **Figura 12** apresenta a distribuição dos valores absolutos de pluviosidade média anual e a **Figura 13** mostra a distribuição dos índices gerados a partir destes valores.

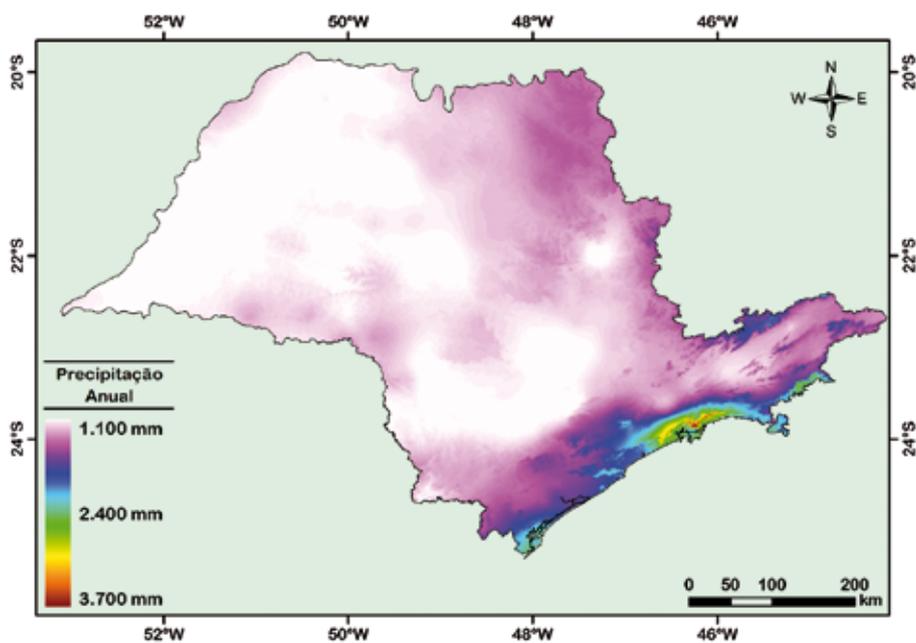


Figura 12 Base de pluviosidade

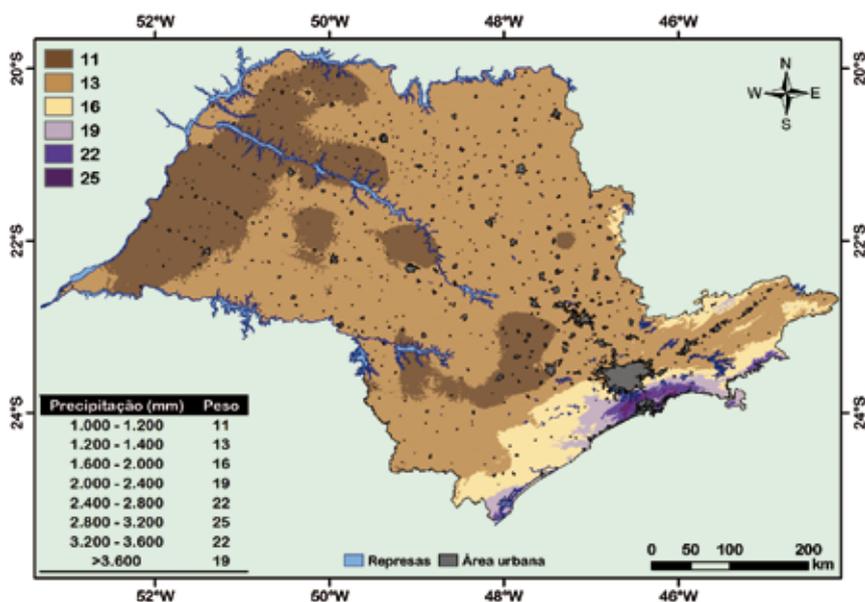


Figura 13 Classes de pluviosidade para modelagem

Índice Climático Modificado de Weck

As figuras a seguir ilustram as variáveis consideradas para o cálculo do índice climático:

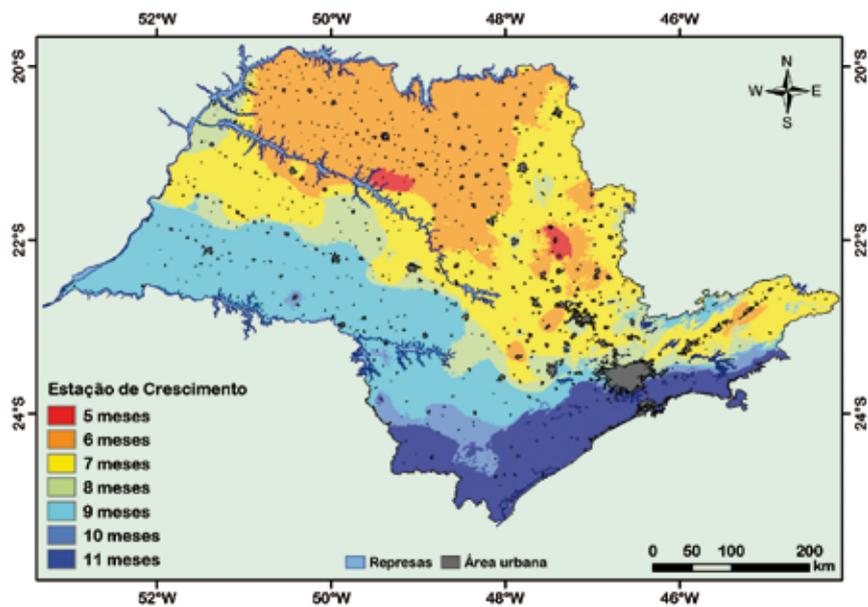


Figura 14 Duração da estação de crescimento para cálculo do ICMW

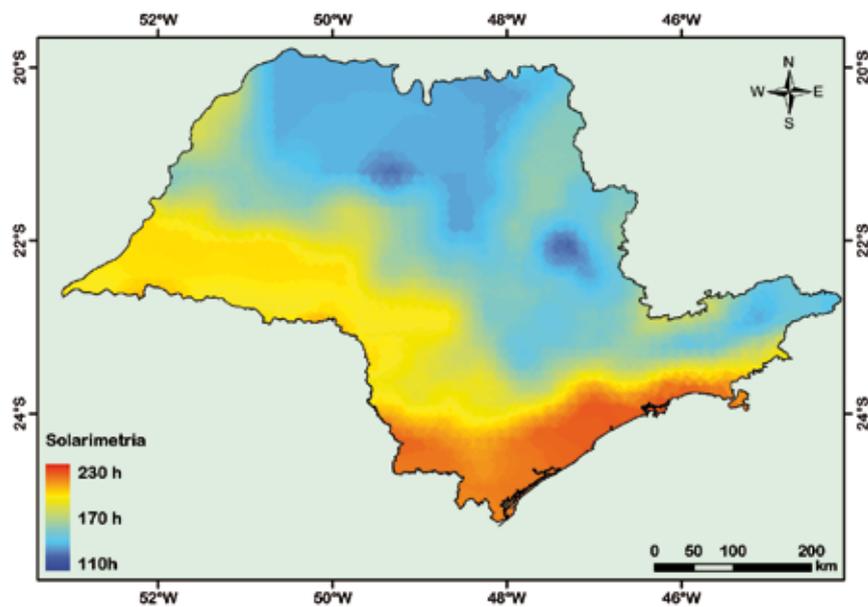


Figura 15 Solarimetria ponderada por meses de crescimento

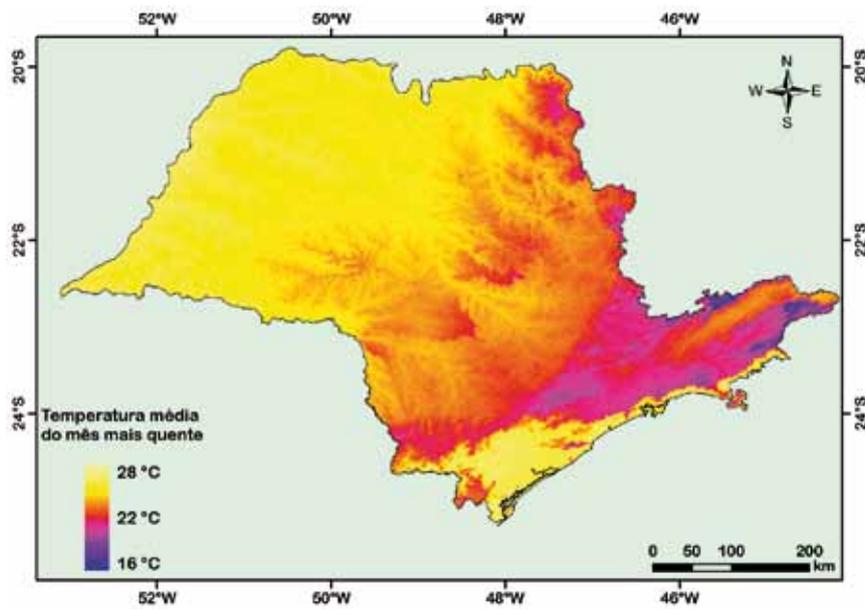


Figura 16 Dados de temperatura para cálculo do ICMW

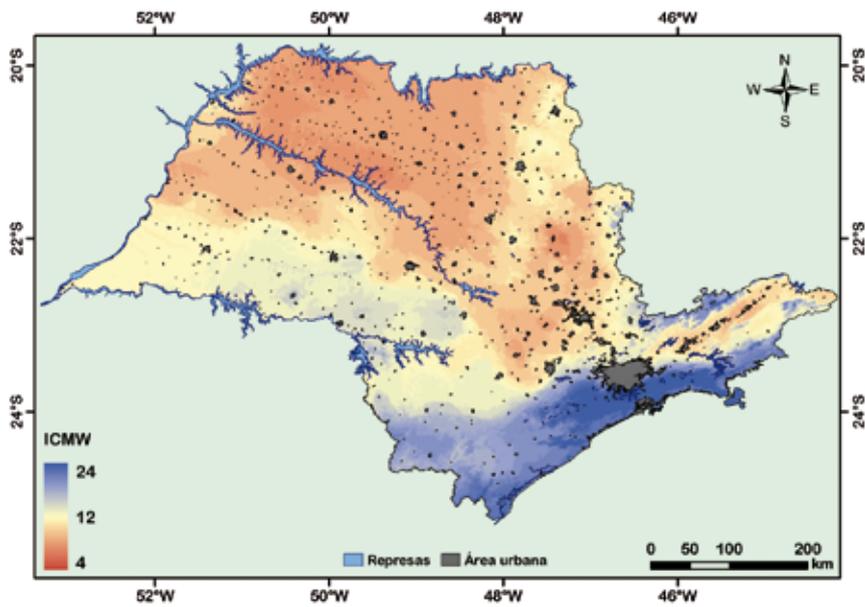


Figura 17 Mapa de índice climático (ICMW)

Solos

A **Figura 20** apresenta a pontuação obtida por essa camada, combinando-se o mapa de solos do Estado de São Paulo (**Figura 18**) e o mapa de fertilidade do IBGE (**Figura 19**).

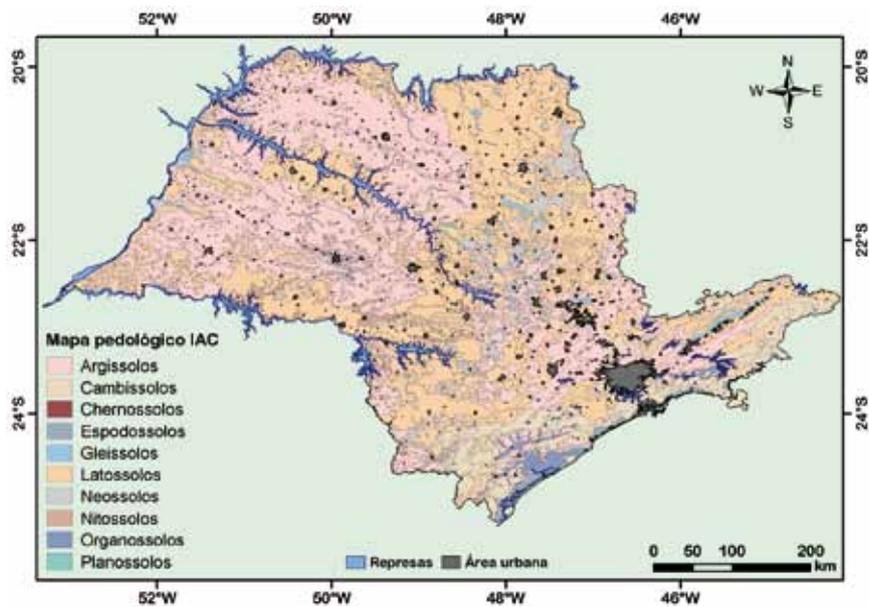


Figura 18 Base de solos (IAC)

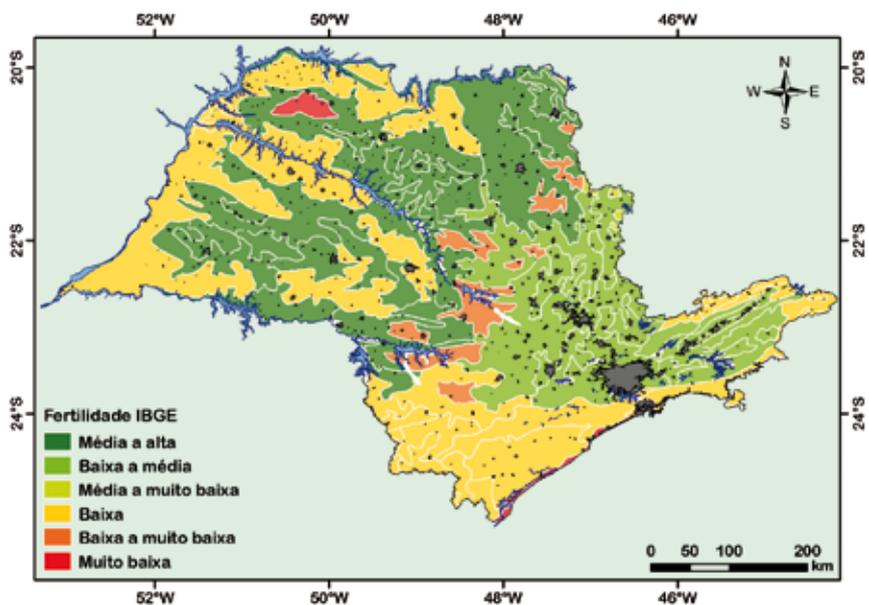


Figura 19 Base de fertilidade (IBGE)

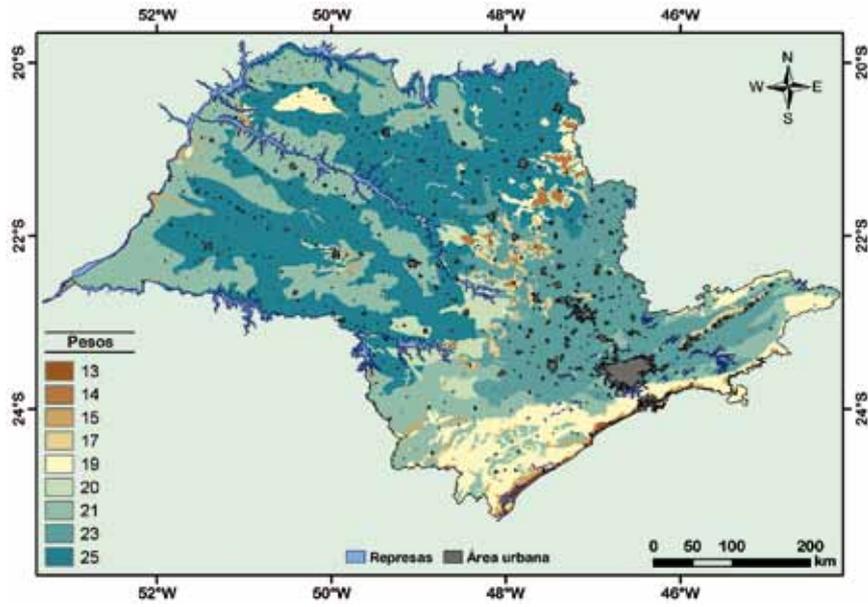


Figura 20 Somatória da reclassificação das bases de solo e de fertilidade

MAPA DO ÍNDICE DE BIOMASSA POTENCIAL

A **Figura 21** apresenta a variação espacial do Índice de Biomassa Potencial para o Estado de São Paulo, que variou de 57 a 94. A partir dos resultados obtidos para o IBP no Estado, foi elaborado um mapa com os valores de densidade de biomassa potencial. Para contribuir nas análises de emissão e absorção de carbono e CO_2 na mudança de uso do solo no Estado de São Paulo, foram adicionadas legendas levando em consideração os estoques de carbono e de CO_2 (**Figura 22**).

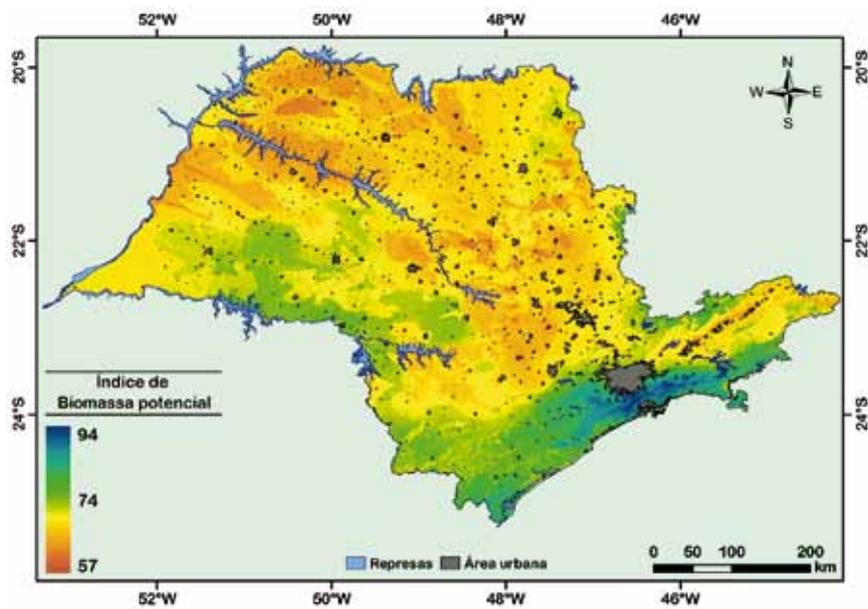


Figura 21 Mapa resultante de IBP

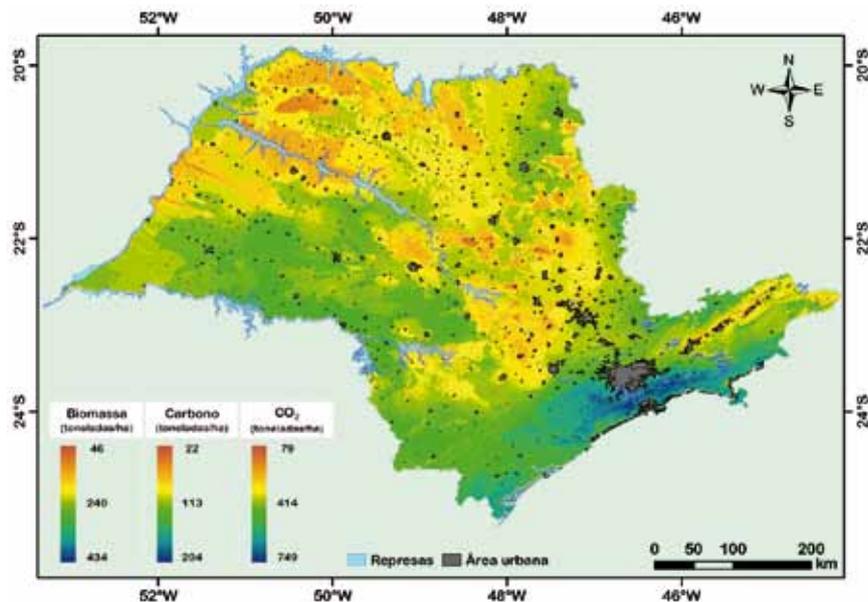


Figura 22 Densidade de biomassa potencial estimada (t/ha), de carbono (tC/ha) e de dióxido de carbono (t CO_2 /ha) para o Estado de São Paulo

O estoque potencial de carbono foi determinado considerando que entre 42% e 50% da biomassa seca consiste de carbono (MELO et al 2006, IPCC 2006). A conversão de tC /ha para tCO₂/ha foi feita multiplicando o teor de C por 3,67 (IPCC 2006).

Os valores observados neste modelo são encontrados nas seguintes formações vegetais:

Tabela 3 Valores médios de biomassa para diferentes formações vegetais

ton/ha	Fisionomia
<40	campo limpo, campo sujo e campo cerrado
41-120	cerrado <i>strictu sensu</i> , cerrado denso
120-220	cerradão, estacional semidecidual
220-300	estacional semidecidual, ombrófila mista
300-400	ombrófila mista, ombrófila densa
>400	ombrófila densa

Para efeito ilustrativo, a **Tabela 4** apresenta os valores de produtividade de biomassa para diferentes biomas do planeta (AMTHOR; HUSTOUM, 1998).

Tabela 4 Produtividade orgânica dos principais tipos de ecossistema do globo

Ecossistema	Área (10 ⁸ ha)	PPL (tC/ha)	PPL (10 ⁹ tC)	Planta (tC/ha)	Planta (10 ⁹ tC)	Solo C (tC/ha)	Solo (10 ⁹ tC)	Total (10 ⁹ tC)
Floresta tropical	14,8	9,25	13,70	165,00	244,20	83,00	123,00	367,20
Floresta temperada	7,5	6,70	5,00	122,70	92,00	120,00	90,00	182,00
Floresta boreal	9	3,55	3,20	24,45	22,00	150,00	135,00	157,00
Chaparral	2,5	3,60	0,90	32,00	8,00	120,00	30,00	38,00
Savana tropical	22,5	7,90	17,80	29,30	65,90	117,00	263,00	328,90
Campo	12,5	3,50	4,40	7,20	9,00	236,00	295,00	304,00
Tundra ártica e alpina	9,5	1,05	1,00	6,30	6,00	127,50	121,00	127,00
Semi-árido	21	0,67	1,40	3,30	6,90	80,00	168,00	174,90
Deserto	9	0,11	0,10	0,35	0,30	25,00	23,00	23,30
Áreas de gelo perpétuo	15,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lago	2	2,00	0,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Terras encharcadas	2,8	11,80	3,30	43,00	12,00	720,00	202,00	214,00
<i>Peatland</i>	3,4	0,00	0,00	0,00	0,00	1338,00	455,00	455,00
Plantação cultivada	14,8	4,25	6,30	2,00	3,00	79,00	117,00	120,00
Área habitada	2	1,00	0,20	5,00	1,00	50,00	10,00	11,00
Total	148,80		57,70		470,30		2.032,00	2.502,30

Fonte: AMTHOR; HUSTOUN (1998).

Nota: Os valores de produtividade primária líquida (PPL) são anuais

Validação do modelo

Para verificar a validade do modelo na escala proposta, realizou-se uma amostragem de valores obtidos pelo modelo de IBP em um grid de 0,1°. Primeiramente foram descartadas as amostras que sobrepunham manchas urbanas e represas (Figura 23).

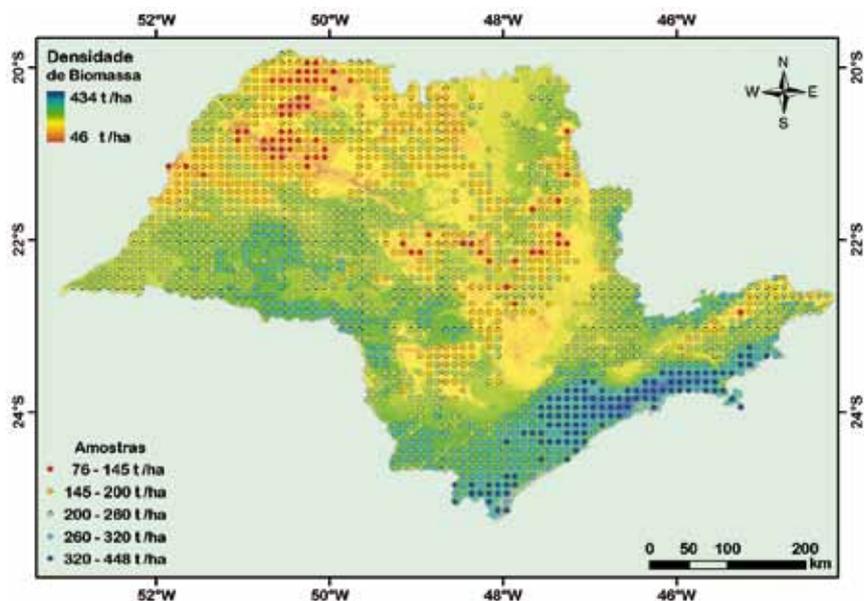


Figura 23 Rede de pontos amostrais de IBP

A rede amostral foi então sobreposta com a base de fisionomia vegetal utilizada no inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2005b). A base (Figura 24) possibilitou o agrupamento de amostras nas fisionomias: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Savana e "Contatos". Este último grupo foi eliminado por representar zonas de transição, os quatro grupos restantes foram tabulados e caracterizados estatisticamente de forma individual. (Figura 25).

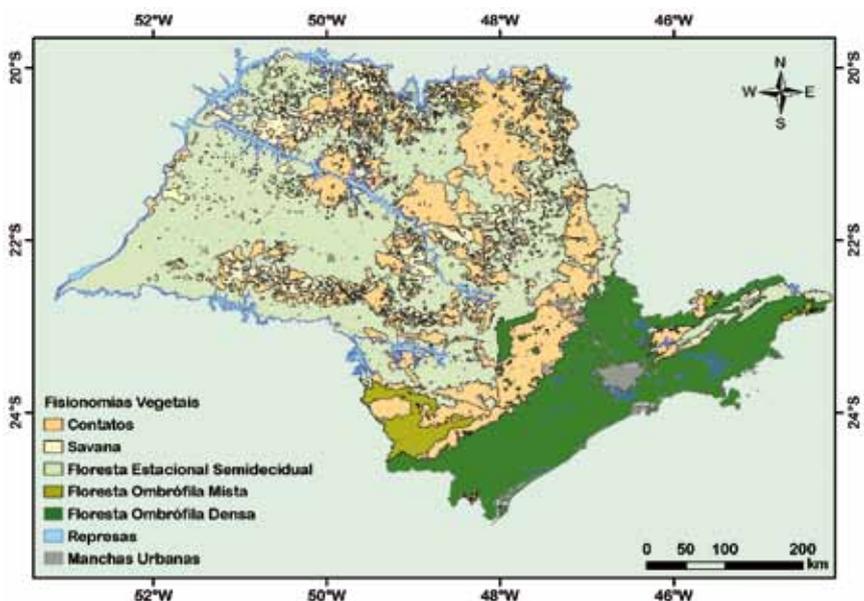


Figura 24 Mapa de fisionomias florestais da base Biota/Fapesp

Dados observados × estimados

Com essas duas camadas de dados, sendo a primeira os valores potenciais de biomassa e a segunda os valores médios de biomassa para cada fisionomia vegetal, segundo o mapa da **Figura 24**, foi aplicado um teste estatístico para comparar as médias entre os valores esperados (potencial) e observados (valores de biomassa típicos das fisionomias do inventário florestal).

À exceção das regiões de cerrado, nos quais os valores de biomassa previstos pelo modelo foram significativamente superiores aos observados na literatura, para todas as outras formações vegetais, os valores de biomassa potencial foram estatisticamente semelhantes aos valores observados na literatura (teste T, $p < 0,05$). Assim, este modelo apresentou valores especializados compatíveis com a distribuição observada dessas formações florestais (**Figura 25**).

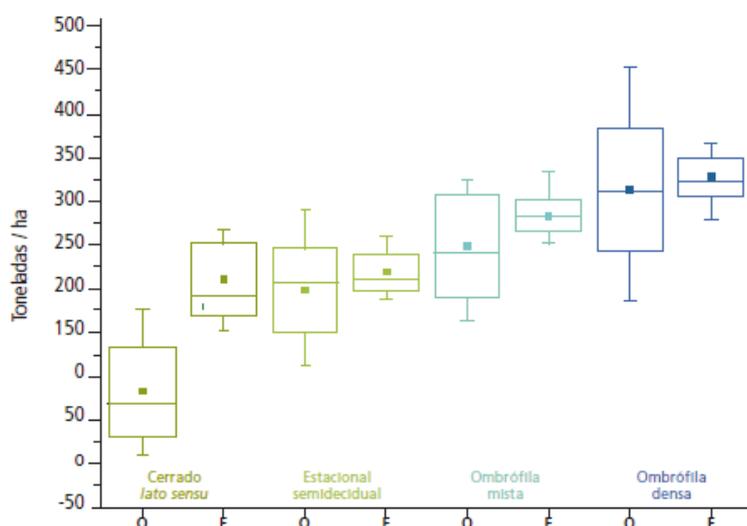


Figura 25 Gráficos de *box-plot*.

Legenda: (O) valores observados de biomassa na literatura para cada formação vegetal e (E) os valores estimados a partir do modelo.

Nota: À exceção das formações de cerrado, todas as outras fisionomias foram estatisticamente semelhantes.

Considerações sobre as regiões de cerrado

Como este modelo estima os valores potenciais de biomassa vegetal, excluindo perturbações naturais e intervenções antrópicas, não foi surpresa a observação de que os valores de biomassa estimados pelo modelo para as regiões de cerrado foram superiores às observadas na literatura. Vários autores relataram que regiões de cerrado, quando na ausência de queimadas por intervalos variados de tempo, tendem a assumir fisionomias mais robustas, como cerradão e floresta estacional semidecidual (MIRANDA H.S.; BUSTAMANTE; MIRANDA, AC; 2002;

MOREIRA, 2000). Favier et al (2004) chegaram a modelar matematicamente a conversão de savanas em florestas, fornecendo inclusive evidências paleo-climáticas que sustentam a conversão de savanas em florestas sob determinadas circunstâncias. Em todos os casos, as queimadas e períodos prolongados de seca são fatores condicionantes para a existência dos cerrados. Na ausência destes fatores, é esperado que os valores de biomassa nessas regiões sejam superiores aos observados atualmente.

REFERÊNCIAS

Referências consultadas para obtenção dos valores de biomassa das formações florestais consideradas neste trabalho.

REFERÊNCIA	FLORESTA	T/HA
ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de Cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. <i>Acta Botanica Brasílica</i> , v. 16, n. 2, p. 225-240, 2002.	Cerrado	66,3
BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W.; MESQUITA-JÚNIOR, H.N. Vegetation structure in Cerrado physiognomies in South-Eastern Brazil. <i>Brazilian Journal of Biology</i> , v. 61, n.3, p. 475-483, 2001.	Cerrado	82,5
BERGG, E.V.D.;Oliveira-Filho, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. <i>Revista Brasileira de Botânica</i> , v. 23, n. 3, p. 231-253, 2000.	Estacional semidecidual	235,0
BLUM, C.T. et al. Inventário estrutural e florístico de um ecóto de floresta Estacional semidecidual e floresta Ombrófila mista em Três Barras do Paraná, PR. In: PESQUISA FLORESTAL ONLINE, 2000, Curitiba. Anais... Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, 2000. p. 202.	Estacional semidecidual	167,0
BOTREL, R.T. et al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta Estacional semidecidual em Ingaí, MG. <i>Revista Brasileira de Botânica</i> , v. 25, n. 2, p. 195-213, 2002.	Estacional semidecidual	145,9
		110,3
		163,7
		169,7
CASTRO, E.A.; KAUFFMAN, J.B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. <i>Journal of Tropical Ecology</i> , v. 14, p. 263–283, 1998.	Cerrado	29,4
COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de Cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. <i>Acta Botanica Brasílica</i> , v. 15, n.1, p. 63-72, 2002.	Cerrado	96,2
COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de Cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. <i>Acta Botanica Brasílica</i> , v.15, n.1, p. 63-72, 2001.	Cerrado	39,2
COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de Cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. <i>Acta Botanica Brasílica</i> , v.15, n.1, p.63-72. 2001	Cerrado	27,1
	cerradão	68,7
DALANESI, P.E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. <i>Acta Botanica Brasílica</i> , v. 18, n. 4-, p. 737-757, 2004.	Estacional semidecidual	160,8
DELAMÔNICA, P. et al. Estrutura da vegetação em quatro estágios sucessionais na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul Ilha Grande, RJ. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2., 1994, Local do evento. Programas e Resumos... Local de publicação: UEL: Sociedade de Ecologia do Brasil, 1994. v. 1, p. 210.	Ombrófila densa	186,0
DURIGAN, G. et al. Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. <i>Acta Bot. Bras.</i> , São Paulo, v. 22, n. 1, 2008	Estacional semidecidual	181,6
DURIGAN, G. et al. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. <i>Revista Brasileira de Botânica</i> , v. 23,n. 4, p. 371-383, 2000.	Estacional semidecidual	212,7
DURIGAN, G.; SANTOS, J.D.; GANDARA, F.B. Fitossociologia de dois fragmentos de floresta Estacional semidecidual no Pontal do Paranapanema. <i>Revista do Instituto Florestal, São Paulo</i> , v. 14,n. 1, p.13-26, 2002.	Estacional semidecidual	220,2
DURIGAN, M.E. Florística, dinâmica e análise protéica de uma floresta Ombrófila mista em São João do Triunfo PR. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999	Ombrófila mista	163,7
		246,9
		211,3
FRANÇA, G.S.; STEHMANN, J.R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. <i>Revista Brasileira de Botânica</i> , v. 27, n. 1, p. 19-30, 2004.	Ombrófila mista	324,9
GABRIEL J.L.C. Florística, fitossociologia de espécies lenhosas e aspectos da ciclagem de nutrientes em floresta mesófila semidecidual nos municípios de Anhembi e Bofete, SP. 1996. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.	Estacional semidecidual	207,5

GOMES, B.Z. ; MARTINES, F.R.; TAMASHIRO, J.Y. Estrutura do cerrado e da transição entre cerrado e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. Revista Brasileira de Botânica, v. 27, n. 2, p. 249-262, 2004. USAR Título POR EXTENSO ou ABREVIADO	Cerradão	153,3
GUILHERME, F.A.G.; MORELATTO, L.P.C.; ASSIS, M.A. Horizontal and vertical tree community structure in a lowland Atlantic Rain Forest, Southeastern Brazil. Revista Brasileira de Botânica, v. 27, n. 4, p. 725-737, 2004.	Estacional semidecidual	224,2
IVANAUSKAS, N.M., RODRIGUES, R.R ; NAVE, A.G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. Scientia Florestalis, n. 56, p. 83-99. 1999	Estacional semidecidual	205,3
JASTER, C.B.;SANQUETTA, C.R. Caracterização sucessional de comunidades arbóreas da floresta Ombrófila densa por meio de parâmetros estruturais (resultados preliminares). In: PESQUISA FLORESTAL ONLINE, 2000, Curitiba. Anais... Paraná: UFPR, 2000. p. 195.	Ombrófila densa	327,6
JURINITZ, C.F.; JARENKOW, J.A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, v. 26, n. 4, p. 475-487, 2003.	Estacional semidecidual	291,6
KOEHLER, A.; GALVÃO, F.; LONGHI, S.J. Floresta Ombrófila densa altomontana: aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. Ciência Florestal, v. 12, n. 2, p. 27-39, 2002.	Ombrofila densa	284,3
KUNSTCHIK, G. Estimativa de biomassa vegetal lenhosa em Cerrado por meio de sensoriamento remoto óptico e de radar. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, USP. 2004.	Cerrado	57,0
		33,0
		62,0
		105,0
		8,9
LACERDA, A.E.B. Levantamento florístico e estrutural de vegetação secundária em área de contato da floresta Ombrófila densa e mista PR. 114 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.	Ombrofila densa	309,8
MARTINS, O.S. Determinação do potencial de seqüestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos, SP. 2004. 136 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, 2004.	Estacional semidecidual	212,7
MEIRA-NETO, J.A.A.; SAPORETI-JÚNIOR, A.W. Parâmetros fitossociológicos de um Cerrado no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. Revista Árvore, v. 26, p. 645-648, 2002.	Cerrado	138,5
MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de restauração e em matas ciliares nativas no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. Scientia Florestalis, v. 71, p. 149-154, 2006.	Estacional semidecidual	159,4
MELO, M. M. R. F.; MANTOVANI, W. Fitossociologia de trecho de mata atlântica de encosta na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3., 1994, local. Título... Local de publicação: ACIESP, 1994. v. 2, p. 45-53.	Ombrofila densa	338,4
METZGER, J.P.; GOLDENBERG, R.;BERNACC, L.C. Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecídua submontana do rio Jacaré-Pepira (SP). Revista Brasileira de Botânica, v. 21, n. 3, 1998.	Estacional semidecidual	272,1
NETO et al. Análise florística e estrutural de um fragmento de floresta Ombrófila mista montana, situado em Criúva, RS, Brasil. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 12, n. 1 p. 29-37. 2001.	Ombrófila mista	301,9
OLIVEIRA, R. J.; MANTOVANI, W.; MELO, M. M. R. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da floresta atlântica de encosta, Peruíbe, SP. Acta bot. Bras., v. 15, n. 3, p. 391-412, 2001.	Ombrofila densa	279,5
PAGANO, S. N. Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, SP. 1985. 201 f. Dissertação (Livro-docência em Botânica) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1985.	Estacional semidecidual	235,0
RODERJAN, C. V. O gradiente da floresta Ombrófila densa no Morro do Anhangava, Quatro Barras, PR: aspectos climáticos, pedológicos e fitossociológicos. 1994. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.	Ombrófila densa	307,5
SALES, S.M. Distribuição das espécies arbóreas e estimativa da biomassa aérea em savanas florestadas, pantanal da Nhecolândia, Estado do Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2004.	Cerradão	175,6

SOCHER, L.G., RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F. Biomassa aérea de uma floresta Ombrófila mista aluvial no município de Araucária (PR). <i>Floresta</i> , Curitiba, PR, v. 38, n. 2, 2008.	Ombrófila mista	238,8
SOUZA, J.S. et al. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG. <i>Rev. Árvore</i> , Viçosa, v. 27, n. 2, 2003	Estacional semidecidual	152,0
TIATO, M. T. Z.; LEITÃO-FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. <i>Revista Brasileira de Botânica</i> , v. 21, n. 2, p. 197-210, 1998.	Estacional semidecidual	160,6

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, O.T. Comparação entre os métodos de quadrantes e parcelas na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa no Parque Estadual Carlos Botelho – São Miguel Arcanjo, São Paulo. 2003. Dissertação (Mestrado em ...) Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- AMTHOR, J.S.; HUSTOUN, M. Terrestrial ecosystem responses to global change: a Research strategy. Local: Oak Ridge National Laboratory, 1998. (ORNL/TM-1998/27).
- ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife: UFPE, 2000.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica*, v. 14, 1982. p.161–187
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Biomass of tropical forests: a new estimate based on forest volumes. *Science*, v. 223, 1984. p.1290-1293
- BROWN, S.; LUGO, A. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia*, v. 17, n. 1, 1992. p.8-18
- BROWN, S.; GILLESPIE, A.J.R.; LUGO, A.E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, v. 35, 1989. p.881-902
- BROWN et al.. Geographical distributions of carbon in biomass and soils of tropical Asian forests. *Geocarto International*, v. 4, 1993. p.45–59
- CATHARINO, E.L.M. et al. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, v. 6, n. 2, 2005.
- DISLICH, R.; CERSÓSIMO, L.; MANTOVANI, W. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano – SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 24, n. 3, 2001. p. 321-332
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- ESRI (United States). ArcView. Desktop GIS for mapping, data integration and analyses. Disponível em: < <http://www.esri.com>>. Acesso em janeiro de 2005.
- FAO - FAOCLIM 2.0 A World-Wide Agroclimatic Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Roma, Itália, 2001.
- FARR, T. G., et al. The Shuttle Radar Topography Mission. *Rev Geophys*. 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183. 2007.
- FAVIER, C., CHAVE, J., FABING, A., SCHWARTZ, D. & DUBOIS, M.A. 2004. Modelling forest–savanna mosaic dynamics in man-influenced environments: effects of fire, climate and soil heterogeneity. *Ecological Modelling*. 171, 2004. p. 85–102
- GOMES, B.Z.; MARTINS, F.R.; TAMASHIRO, J.Y.. Estrutura do cerrado e da transição entre cerrado e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 2, , 2004. p. 249-262
- HIJMANS, R., CAMERON, S., PARRA, J., JONES, P. & JARVISC, A. A very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol*. 25: 1965–1978, 2005.
- HOLDRIDGE, L. Life zone ecology. San Jose, Costa Rica: Tropical Science Center, 1967.
- IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. 2006.
- IPT. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1981. v. 1-2.
- IVAUNASKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual em Itatinga – SP, Brasil. *Scientia Florestalis*, v. 56, p. 83-99, 1999.

- IVERSON, L. R. et al. Use of GIS for Estimating Potential and Actual Forest Biomass for Continental South and Southeast Asia. In: V. H. DALE (Ed). Effects of land-use change on atmospheric CO concentrations. Springer-Verlag, 1994.
- JONES, P.G. & GLADKOV, A. FloraMap. A Computer Tool for Predicting the distribution of Plants and Other Organisms in the Wild. Version 1.02. Centro Internacional de Agricultura Tropical: Cali, Colômbia, 2003.
- LAURANCE, W.F. et al.. Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management*, v. 118, , 1999. p. 127-138
- MELO, A.C.G. & DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Forestalis (IPEF)*, v. 71, p. 149-154, 2006.
- MIRANDA, H.S., BUSTAMANTE, M.M.C. & MIRANDA, A.C. The fire factor. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds) *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, 2002. pp 51–68
- MOREIRA, A.G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*. 27:1021–1029. 2000.
- ROITMAN, I., FELFILI, J.M. & REZENDE, A.V. Tree dynamics of a fire-protected cerrado sensu stricto surrounded by forest plantations, over a 13-year period (1991–2004) in Bahia, Brazil. *Plant Ecology*. 197:255–267. 2008.
- SAATCHI, S.S. Et al.. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon Basin. *Global Change Biology*. (13)4:816-837, 2007.
- SANCHEZ, P.A.. Properties and management of soils in the tropics. New York: John Wiley, 1976. 618 p.
- SÃO PAULO (Estado). Conheça SP- Uma Potência Chamada São Paulo. São Paulo. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br>>. Acesso em: 12 fev. 2007.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia e Recursos Hídricos. DAE. Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu>>. Acesso em: Janeiro de 2005.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. IF. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. Imprensa oficial São Paulo, 2005.
- SOARES, J.J.; SILVA, D.W. ; LIMA, M.I.S. Current state and projection of the probable original vegetation of the São Carlos region of São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, n.3, p.527-536, 2003.
- UDULUTSCH, R. G.; ASSIS, M. A.; PICCHI, D.G. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecídua, Rio Claro – Araras, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, SP, v. 27, n. 1, p. 125-134, 2004.
- UNH, R-Hydronet: A Regional, Electronic Hydrometeorological Data Network for South America, Central America, And The Caribbean. Water Systems Analysis Group, Universidade de New Hampshire, 2007.
- WECK, J. An improved CVP-index for the delimitation of the potential productivity zones of forest lands of India. *Indian Forester*, v. 96, p.565-572, 1970.
- WHITMORE T.C. Tropical rain forests of the far east. 2nd ed. Oxford: Oxford Science: Clarendon, 1984.
- VELOSO, H.P.; RANGELFILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. São Paulo: IBGE, 1991. 123 p.
- VOSE, R.S., SCHMOYER, R.L., STEURER, P.M., PETERSON, T.C., HEIM, R. KARL, T.R. & EISCHEID, J.K. The Global Historical Climatology Network: Long-term monthly temperature, precipitation, sea level pressure, and station pressure data . Oak Ridge National Laboratory, Carbon Dioxide Information Analysis Center, 1992.
- WMO. Climatological Normals (Climo) for the Period 1961-1990. Secretariat of World Meteorological Organization, 1996.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Cadernos da Mata Ciliar é uma publicação periódica do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares - PRMC, de distribuição gratuita ao público em geral, viabilizada com recursos doados pelo GEF/ Banco Mundial.

O periódico, registrado pelo IBICT sob número ISSN 1981- 6235, publica artigos técnicos/científicos em português, na área de restauração ambiental, com ênfase em matas ciliares ou áreas de conhecimento que possuam relação com os aspectos tecnológicos, científicos, sociais e econômicos no âmbito da recuperação de matas ciliares.

Os artigos a serem submetidos à publicação devem ser encaminhados eletronicamente ou por correio ao Projeto de Recuperação de Matas Ciliares do Estado de São Paulo. Para remessa postal, pedimos que além da versão digital, seja anexada também uma cópia impressa do artigo.

Os artigos devem ser apresentados da seguinte forma:

1. Carta de encaminhamento assinada pelos autores, informando se o artigo é inédito ou se já foi submetido ou publicado em outro periódico;
2. Declaração de cessão de direitos autorais (modelo disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar>);
3. O texto deve conter no máximo 50 páginas numeradas, escritas em espaço 1,5 cm com 25 linhas por lauda, em tamanho A4, utilizando a fonte Arial tamanho 12 pontos;
4. As figuras e tabelas devem ser apresentadas no corpo do texto, com as legendas em português, logo após o parágrafo em que são citados, destacando-as com uma chamada no parágrafo pertinente.
5. As fotos devem ser enviadas em formato JPEG com, no mínimo 300 dpi de resolução e no máximo 20 cm de largura;
6. Os gráficos devem ser enviados no Microsoft Excel ou no formato de fotos, conforme item 5;
7. Os artigos devem estar de acordo com a NBR 6022, contendo na primeira página:

- a. Título e subtítulo em português
 - a.1) Título e subtítulo em inglês (opcional)
- b. Autores indicados com asterisco e em nota de rodapé a titulação, vinculação, endereço postal e eletrônico
- c. Resumo em português
 - c.1) Resumo em inglês (opcional)
- d. Palavras –chave em português
 - d.1) Palavras-chave em inglês (opcional)

8. O resumo deve estar de acordo com a NBR 6028.

9. A numeração progressiva do texto deve estar de acordo com a NBR 6024.

10. As citações no texto devem estar de acordo com a NBR 10520.

11. As referências devem estar de acordo com a NBR 6023.

12. Os artigos devem seguir a seguinte estrutura:

- a. Pré-textual: primeira página ver item 7;
- b. Textual: Introdução, Desenvolvimento (com revisão de literatura se houver), Conclusão;
- c. Pós-textual: Referências, Glossário (op.), Apêndice (op.), Anexo (op).

Endereços para envio

- Postal:
Secretaria de Estado do Meio Ambiente
Projeto de Recuperação de Matas Ciliares – a/c Marina Eduarte
Av. Professor Frederico Hermann Junior, 345 – Prédio 12
4º Andar
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 – São Paulo - SP
- Eletrônico:
matasciliares@ambiente.sp.gov.br

Provas e separatas

Antes da impressão, provas dos artigos serão encaminhadas aos autores para correção. O autor não poderá mudar o original aceito para publicação. As provas deverão ser devolvidas em 5 dias. Cinquenta separatas serão fornecidas ao autor.



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO