

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Valerian Dias dos Santos

**SIMULAÇÕES DE CLIMA FUTURO NO DOMÍNIO DA MATA
ATLÂNTICA: TRANSECÇÃO UBATUBA/SP E EXTREMA/MG**

Taubaté - SP

2016

Valeriam Dias dos Santos

**SIMULAÇÕES DE CLIMA FUTURO NO DOMÍNIO DA MATA
ATLÂNTICA: TRANSECÇÃO UBATUBA/SP E EXTREMA/MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté.

Orientadores:

Prof. Dr. Gilberto Fisch e

Profa. Dra. Simey Thury Vieira Fisch

Taubaté - SP

2016

Valeriam Dias dos Santos

**SIMULAÇÕES DE CLIMA FUTURO NO DOMÍNIO DA MATA
ATLÂNTICA: TRANSECÇÃO UBATUBA/SP E EXTREMA/MG**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais, para
obtenção do título de Mestre em Ciências
Ambientais da Universidade de Taubaté.

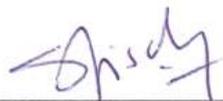
Orientadores:

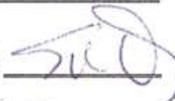
Prof. Dr. Gilberto Fisch e

Profa. Dra. Simey Thury Vieira Fisch

Dissertação aprovada em: 20/04/2016

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Gilberto F. Fisch - Universidade de Taubaté 

Prof (a). Dr.(a) Simey Thury Vieira Fisch - Universidade de Taubaté 

Prof (a). Dr.(a) Maria Cecília Toledo - Universidade de Taubaté 

Prof. Dr. Fábio de Oliveira Sanches - Universidade Federal do Triângulo
Mineiro 

**Taubaté - SP
2016**

DEDICATÓRIA

**Ao meu amado filho,
Thainã Dias**

AGRADECIMENTOS

Em especial ao Prof. Dr. Gilberto Fisch, pela atenção e apoio dado durante todo o decorrer do curso. Sempre com paciência e dedicação na orientação do meu trabalho, me motivando a seguir adiante.

A Prof. Dr^a Simey Thury Vieira Fisch, pelas sugestões e materiais de estudo que contribuíram para o desenvolvimento da dissertação e para a minha formação.

Aos professores Prof. Dr. Paulo Fortes e Prof. Dr^a Maria Cecília Barbosa de Toledo e Prof. Dr. Fábio de Oliveira Sanches que avaliaram esse trabalho e sugeriram o seu melhoramento.

A todos os professores do curso que através dos seus ensinamentos contribuíram para aumentar o meu conhecimento.

Ao Thiago Adriano dos Santos, que forneceu os dados necessários para a realização desse trabalho.

Ao grupo de operações meteorológicas do CPTEC/INPE, pela concessão das informações utilizadas neste trabalho.

Ao André Rochelle pela elaboração do mapa da área de estudo apresentado nesse trabalho.

Sobretudo a minha mãe Celina Dias, meu exemplo de coragem e sabedoria, que me inspira a sempre melhorar.

Ao meu filho Thainã Dias Silva e ao meu marido Lei Silva que me apoiam nas decisões tomadas e tornam os meus dias mais felizes.

A Prof. Dr^a Sandra Maria Fonseca Costa da Graduação, que despertou em mim o gosto pela ciência geográfica e me inspirou a fazer o mestrado.

A Deus que está comigo em todas as horas, me dando a oportunidade de realizar sonhos.

*“Prezo insetos mais que aviões.
Prezo a velocidade
das tartarugas mais que a dos mísseis.
Tenho em mim um atraso de nascença.
Eu fui aparelhado
para gostar de passarinhos.
Tenho abundância de ser feliz por isso.
Meu quintal é maior do que o mundo.”*

(Manoel de Barros)

RESUMO

Simulações de clima futuro no domínio da Mata Atlântica: transecção Ubatuba-SP e Extrema- MG

Este trabalho possibilitou verificar as diferenças climáticas que ocorrem na área de estudo que vai desde o litoral paulista (Ubatuba/SP) até o Sul de Minas Gerais (Extrema/MG), analisando-se ainda os municípios de Taubaté/SP e Campos do Jordão/SP. Esta região apresenta topografia diferenciada o que colabora para a existência de diferentes tipos de clima e conseqüentemente de vegetação. Por meio de dados dos elementos climáticos precipitação e temperatura do ar, foi possível analisar estatisticamente esta região intensamente transformada pela ocupação humana e pelo desenvolvimento da agropecuária nos últimos séculos, está passando por alguma alteração climática. Com base no uso do modelo de regionalização ETA (downscaling) de mesoescala na resolução 20 x 20 km acoplado ao Modelo de Circulação Geral da Atmosfera HadCM3; foi possível fazer a projeção entre os anos 2011-2040; 2041-2070; 2071-2099; para o cenário climático A1B do IPCC e compará-los com os dados obtidos do passado (1961-1990). Com base nas análises de dados, verificou-se a ocorrência do aumento da média de temperatura do ar para cada intervalo de tempo, podendo esta ser superior a mais 3°C até o final desse século, bem como haverá um aumento no total de precipitação, ainda que pequeno, podendo este reduzir-se para o intervalo final (2071-2099). Embora o aumento da temperatura e da precipitação sejam maiores para o mês de janeiro para quase todos os municípios estudados, haverá uma maior variabilidade para o mês de julho, indicando que eventos extremos terão mais chances de ocorrer no inverno para quase toda a região. No que diz respeito aos indicadores de biodiversidade, a diminuição do número de dias com temperaturas inferiores a 10°C indica que algumas espécies da família Arecaceae, que ocorrem no domínio da Mata Atlântica no litoral poderão migrar para outras áreas (Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira) onde o clima no passado as restringia.

Palavras-chave: Precipitação, Temperatura, Mudança climática, Arecaceae.

ABSTRACT

Simulations of future climate in the Atlantic Forest domain: transection Ubatuba-SP and Extrema-MG

This work has made it possible to verify the climatic differences that occur in the study area that goes from São Paulo coast (Ubatuba/SP) to the south of Minas Gerais (Extrema/MG), including both Taubaté/SP and Campos do Jordão/SP as well. This territory has a unique topography which contributes to the existence of different types of climate and vegetation. Based on precipitation and temperature data provided, it was possible to statistically analyse this region heavily transformed by human occupation and by the development of agriculture in recent centuries. Using the regionalization model ETA (downscaling) in the resolution 20 X 20 km coupled to the general circulation of the atmosphere model HadCM3 ; it was possible to forecast the climate scenarios A1B from IPCC between 2011-2040; 2041-2070; 2071-2099 and to compare them with previous data (1961-1990). Based on data analysis, it was noticed an increase in the average air temperature for each period of time, reaching more than 3°C higher until the end of this century, in general, there will be a small increase in the amount of precipitation, what might be reduced in the last period (2071 - 2099). Although the temperature and precipitation increase are higher in january in nearly all the studied cities, there will be a higher variability in july, showing that extreme events are more likely to happen at this time in nearly all region. As regards the biodiversity indicators the decrease in number of days with temperatures below 10°C shows that some species from Arecaceae family grown in the Atlantic forest on the coast might move to other areas (Paraíba Valley and Serra da Mantiqueira) where the climate wasn't suitable in the past.

Key words: Precipitation, Temperature, Climate change, Arecaceae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do efeito estufa da Terra	8
Figura 2 - Anomalia de temperatura do ar 1850 a 2014	11
Figura 3 - Série de emissões por CO ₂ na atmosfera global nos últimos anos	13
Figura 4 - Processos físicos do sistema terrestre produzida pela modelagem.....	17
Figura 5 - Área de abrangência da Mata Atlântica, conforme a lei Federal 11428/2006 e decreto 6660/2008.....	25
Figura 6 - Total de desflorestamento histórico (ha)- Mata Atlântica (1985-2014)	26
Figura 7 - Área da Mata Atlântica considerada nessa atualização, indicando os remanescentes florestais e as áreas naturais existentes em comparação às áreas dizimadas	27
Figura 8 - Presença de Floresta Ombrófila Densa no município de Extrema-MG, a 1632 m de altitude	29
Figura 9 - Floresta Ombrófila Aluvial, à 978 m de altitude, às margens do rio Jaguari no município de Extrema-MG	30
Figura 10 - Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, situa-se a 1320 m de altitude no município de Campo do Jordão-SP.....	31
Figura 11 - Floresta Estacional Semidecidual a 332 m de altitude na Serra do Mar, no município de Ubatuba-SP.....	32
Figura 12 - Remanescentes de vegetação de Cerrado a 644 m de altitude, ao sul de São José dos Campos-SP	32
Figura 13 - Vegetação adaptada ao ambiente arenoso, no município de Ubatuba-SP a 2,8 m de altitude	33
Figura 14 - Estando a 6m de altitude verifica-se uma vegetação adaptada ao mangue preservado do rio Fazenda, em Ubatuba-SP	33
Figura 15 - Projeção de precipitação Cenário: B2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido).....	39
Figura 16 - Projeção de precipitação Cenário: A2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido).....	39
Figura 17 - Projeção de temperatura Cenário: B2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido).....	40
Figura 18 - Projeção de temperatura Cenário: A2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido).....	40
Figura 19 - Localização da área de estudo	47
Figura 20 - Representação do relevo da área de estudo	49
Figura 21 - Ciclo anual da temperatura do ar para diferentes intervalos de tempo no município de Ubatuba-SP.....	52
Figura 22 - Ciclo anual da temperatura do ar para diferentes intervalos de tempo no município de Taubaté-SP	53
Figura 23 - Ciclo anual da temperatura do ar para diferentes intervalos de tempo no município de Campos do Jordão-SP	53

Figura 24 - Ciclo anual da temperatura do ar para diferentes intervalos de tempo no município de Extrema-MG	54
Figura 25- Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de janeiro por intervalo de tempo - Ubatuba-SP.....	55
Figura 26 - Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalo de tempo - Ubatuba-SP	56
Figura 27 - Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de janeiro por intervalo de tempo -Taubaté-SP	56
Figura 28 - Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalo de tempo - Taubaté-SP	56
Figura 29 - Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de janeiro por intervalo de tempo - Campos do Jordão-SP	57
Figura 30 - Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalo de tempo - Campos do Jordão-SP	57
Figura 31 - Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de Janeiro por intervalo de tempo - Extrema-MG	58
Figura 32 - Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalo de tempo - Extrema-MG	58
Figura 33- Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Ubatuba-SP.....	61
Figura 34 - Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Taubaté-SP	62
Figura 35 - Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Campos do Jordão-SP	63
Figura 36- Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Extrema-MG	64
Figura 37- Série temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo-Ubatuba-SP	66
Figura 38 - Ciclo Sazonal da precipitação da precipitação por intervalo de tempo-Ubatuba-SP	67
Figura 39- Série temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo-Taubaté-SP	69
Figura 40 - Ciclo Sazonal da precipitação da precipitação por intervalo de tempo-Taubaté-SP	70
Figura 41 - Série temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo- Campos do Jordão-SP.....	71
Figura 42- Ciclo Sazonal da precipitação por intervalo de tempo-Campos do Jordão-SP	72
Figura 43- Série temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo-Extrema-MG.....	73
Figura 44 - Ciclo Sazonal da precipitação por intervalo de tempo-Extrema-MG	74
Figura 45- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de janeiro em Ubatuba-SP	75

Figura 46- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de julho em Ubatuba-SP.....	76
Figura 47- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de janeiro em Taubaté-SP.....	77
Figura 48- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de julho em Taubaté-SP.....	77
Figura 49- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de janeiro em Campos do Jordão-SP.....	78
Figura 50- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de julho em Campos do Jordão-SP.....	79
Figura 51- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de janeiro em Extrema-MG.....	80
Figura 52- Variabilidade dos elementos climáticos temperatura e precipitação para o mês de julho em Extrema-MG.....	81
Figura 53- Média de dias com chuva por intervalo de tempo para o município de Ubatuba-SP.....	82
Figura 54- Média de dias com chuva por intervalo de tempo para o município de Taubaté-SP.....	83
Figura 55- Média de dias com chuva por intervalo de tempo para o município de Campos do Jordão-SP.....	84
Figura 56- Média de dias com chuva por intervalo de tempo para o município de Extrema-MG.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Palmeiras (Arecaceae) que ocorrem na transecção Ubatuba-SP e Extrema-MG	86
Tabela 2 - Valores médios e desvios padrões das variáveis climáticas de temperatura do ar e precipitação sazonal e intrasazonal por intervalo de tempo (1961-1990; 2011-2040; 2041-2070 e 2071-2099), para os municípios de Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão-SP e Extrema-MG	89

LISTA DE SIGLAS

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica

AOGCMs - Atmosphere - Ocean General Circulation Models [Modelo de Circulação Geral Oceano - Atmosfera]

AR4 - Quarto Relatório Científico do IPCC

AR5 – Quinto Relatório Científico do IPCC

BESM- Brazilian Earth System Model [Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre]

CCMA- Canadian Center for Climate Modeling e Analysis [Centro Canadense de Análises e Modelos Climáticos]

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais.

CESM- Community Earth System Model [Modelo de Sistema Comunitário Terrestre]

CH₄ – Gás metano

CFDL – Geophysical Fluid Dynamic Laboratory [Laboratório Dinâmico de Fluido Geofísico]

CI – Organização não governamental - Conservação Internacional

C₂F₆ - Hexafluoretano

CO₂ – gás dióxido de carbono

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

CRU - Climatic Research Unit [Unidade de Pesquisa Climática]

CSIRO- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation [Organização de Pesquisa da Comunidade Científica e Industrial]

CSNIER- Case Study National Institute of Environmental Research [Caso de Estudo do Instituto Nacional de Pesquisa Ambiental]

DAEE- Departamento de Águas e Energia

EE – Efeito Estufa

EUA- Estados Unidos da América

EMPLASA- Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FOD- Floresta Ombrófila Densa

HADCM3- Hadley Center

HFC- Hidrofluorcarboneto

GEE – Gases do Efeito Estufa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGERT- Integrative Graduate Education and Research Traineeship [Educação de Graduação Integrada e Treino de Pesquisa]

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change [Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas]

MCGA- Modelo de Circulação Geral da Atmosfera

MCR- Modelos Climáticos Regionais

MCTI – Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação

MIROC- Model for interdisciplinary Research on Climate [Modelo de Pesquisa Interdisciplinar sobre Clima]

MMA- Ministério do Meio Ambiente

N₂ – Nitrogênio

NCEP- National Center for Environmental Prediction [Previsão Nacional Central para o Meio Ambiente]

N₂O – Óxido nitroso

NOAA- National Oceanic and Atmospheric Administration [Administração Nacional Oceânica e Atmosférica]

O₂– gás Oxigênio

O₃ – gás Ozônio

OMM- Organização Mundial de Meteorologia

UNEP- United Nations Environment Program [Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente]

ONU- Organização das Nações Unidas

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

PIB- Produto Interno Bruto

PJC - Piracicaba, Jundiaí e Capivari

PNA- Plano Nacional de Adaptação

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

ppm – parte por milhão

PSA - Pagamentos por Serviços Ambientais

RAN1 - Primeiro relatório do PBMC

RCP- Caminhos de Concentração Representativos

SF₆- Hexafluoreto de Enxofre

SRES- Special Report on Emissions Scenários [Relatório Especial sobre Cenários de Emissões]

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO GERAL	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3 JUSTIFICATIVA	5
4 REVISÃO DE LITERATURA	6
4.1 Uma perspectiva das mudanças climáticas globais para o século XXI	10
4.1.1 Um olhar para o futuro: Modelos Globais e Simulações Climáticas	16
4.2 Caracterização da Mata Atlântica.....	29
4.3 Um enfoque da mudança climática sobre a biodiversidade	35
4.4 Influência do domínio fitogeográfico da Mata Atlantica sobre a região do Vale do Paraíba e adjacências.....	42
4.5 Considerações sobre palmeiras como bioindicadores decorrentes das mudanças climáticas.....	45
5 MATERIAL E MÉTODOS	47
5.1 Localização da área de estudo	47
5.2 Caracterização da área de estudo	48
5.3 Análise de Cenários Futuros	50
5.4 Comunidade de palmeiras na transecção Ubatuba-SP à Extrema-MG	51
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
6.1 Comparação entre os dados de simulação climática do passado e futuro - elemento climático- temperatura do ar	52
6.2 Comparação entre os dados de simulação climática do passado e futuro - elemento climático - precipitação	59
6.3 Variabilidade dos elementos climáticos de temperatura do ar e da precipitação	74
6.4 Comparação entre os dados de simulação climática do passado e futuro - elemento climático- precipitação: dias de chuva	81
6.5 Comunidades de palmeiras na transecção Ubatuba-SP e Extrema- MG.....	85
7 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	93

1 INTRODUÇÃO

O século XXI iniciou-se com avanços em várias áreas do conhecimento, sendo possível realizar o mapeamento de todos os genes do corpo humano, fazer uso de tecnologias microscópicas e ainda recriar visualmente pessoas em hologramas. Na parte espacial, os avanços são ainda maiores, com missões planetárias, com o objetivo de encontrar respostas sobre a formação do Universo e da Terra e entender o surgimento da vida. Eventualmente até a realização de uma expedição para colonizar o planeta Marte, já está planejada para a próxima década. Todavia ainda convive-se com a fome em vários países, na maioria emergentes, que também não contam com rede de água e nem de esgoto, infraestrutura básica primordial para assegurar a mínima qualidade de vida a seus habitantes; estes vulneráveis as condições ecológicas e ao ajustamento social. Apesar do conhecimento científico da humanidade dobrar a cada dez anos e as tecnologias se tornarem cada vez mais sofisticadas, ainda não se consegue resolver os problemas mais básicos de dois bilhões e duzentos milhões de pessoas que vivem na linha da pobreza, segundo os dados da ONU (PNUD, 2014).

Nesse mundo globalizado e desigual, a humanidade nunca enfrentou um problema cuja relevância chegasse perto das mudanças climáticas, ou seja, a variação irreversível do clima provocada por atividades humanas e naturais, esta afetará absolutamente todos os seres vivos do planeta principalmente em países mais pobres que mesmo não contribuindo significativamente para o aumento nas emissões de gases de efeito estufa, responsáveis por essas alterações, sofrerão as maiores consequências já que possuem menor capacidade de adaptação devido a sua estrutura econômica e social fragilizada (BARCELLOS et al., 2009; PBMC, 2014).

As primeiras emissões significativas de gases de efeito estufa na atmosfera por ações antrópicas ocorreram há oito mil anos, com o início do desenvolvimento da agricultura. Na China e na Europa, florestas foram desmatadas para o plantio de trigo, cevada e ervilha; enquanto nos terraços alagados da China, o metano era o maior contribuinte para o aumento dos gases de efeito estufa pelo cultivo do arroz (MORAN, 2011). Atualmente a agricultura é responsável por aproximadamente 13,5% nas emissões globais e a mesma tem sido seriamente afetada pelo aquecimento global (ASSAD; PINTO, 2008).

Pesquisas indicam que o planeta Terra já chegou à era dos extremos, pois pela primeira vez na história da humanidade os níveis de CO₂ na atmosfera global já superaram a concentração recorde de 400 ppm. Somente no início deste ano, 2016, janeiro já registrou 402,52 ppm, indicando que poderá ser um ano com novos recordes de temperatura do ar. Manter esses níveis na atmosfera por um período muito prolongado implica em amplificar os efeitos deletérios já verificados do aquecimento global (NOAA, 2015; CO2-EARTH, 2016). A preocupação sobre essa questão é imensurável, considerando que antes da Revolução Industrial os níveis de CO₂ na atmosfera eram de 280 ppm, em 1994 passaram para 358 ppm, atingindo 380 ppm em 2006 (MCCARTNEY, 2011). Pode-se dizer que antes da Revolução Industrial o ciclo de carbono estava balanceado, pois a quantidade emitida pela atmosfera era praticamente igual ao absorvido pelo solo e oceano. Porém, no último século, a emissão de CO₂ por veículos automotores, queima de biomassa e queimadas em florestas tropicais decorrentes de ação humana, tem sido responsável pelo aumento dos gases do efeito estufa (GEE) (BRASIL, 2009).

As simulações climáticas são as únicas ferramentas capazes de fornecer algum tipo de projeção do clima no futuro. Elas se baseiam em modelos matemáticos que descrevem as interações de massa de ar e fatores climáticos. Estes também podem nos indicar possíveis consequências devido o aumento da temperatura na Terra, nos diferentes cenários climáticos (A1 e A2; B1 e B2), criados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007).

Atualmente também têm sido empregados pelo IPCC os chamados modeladores do clima, conhecidos por RCP- Caminhos de Concentração Representativos, que descrevem quatro cenários climáticos possíveis para futuro climático, sendo RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 e 8.5 (IPCC AR5, 2014). Baseando-se nos episódios atuais e futuros, sabe-se que as medidas de adaptação e mitigação deverão fazer parte do cotidiano humano, para que menos impactos ocorram nos biomas, no ciclo da água e na agricultura.

Para os ecossistemas as consequências podem ser irreversíveis, pois estes não apresentam grande capacidade de adaptação à magnitude das mudanças climáticas se estas ocorrerem em curto intervalo de tempo, resultando em um sensível empobrecimento biológico das espécies da flora e da fauna (NOBRE et al., 2005).

O aumento da temperatura do ar induz maior aumento da evapotranspiração, favorecendo a redução da quantidade de água no solo. Formações vegetais poderão ser substituídas por outras mais adaptadas em ambientes com uma menor disponibilidade hídrica para as plantas (NOBRE et al., 2005). No caso de famílias de plantas tropicais, por exemplo, a preferência climática pode ser significativa para a abundância e para a riqueza das espécies (PUNYASENA et al., 2008).

Sensível às mudanças do clima, a família Arecaceae, está entre as mais ameaçadas do país, podendo sofrer com a redução de sua área de ocorrência e com as modificações na estrutura ontogenética de suas populações, o que deverá resultar em danos à fauna e prejuízos a economia da população local (OLIVEIRA et al., 2014).

Espera-se ainda, que as alterações biogeográficas venham a afetar a proteção dos solos, interferir na dinâmica dos recursos hídricos e na própria regulação do clima (TRICART, 1977).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo analisar as variações dos elementos climáticos de temperatura do ar e dos totais de precipitação que ocorrem na área de estudo que vai desde Ubatuba-SP, no litoral paulista, à Extrema-MG, localizada ao sul de Minas Gerais. A área teve o clima simulado por um modelo climático regional aninhado a um Modelo de Circulação Geral da Atmosfera, nos intervalos de tempo de 1961-1990 (denominado de passado), 2011-2040; 2041-2070 e 2071-2099 (todos esses denominados de futuro), para a compreensão das possíveis mudanças climáticas que ocorrerão na região até o final desse século. Associar as prováveis mudanças no regime de precipitação e de temperatura do ar com as possíveis modificações da flora, neste caso, representada por um grupo de plantas considerado como altamente sensível ao clima – as palmeiras (Arecaceae).

2.2 Objetivos específicos

- a) Fazer um levantamento das simulações de clima passado (1961-1990) e das simulações de clima futuro (para os intervalos de tempo entre os anos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2099) dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para os municípios Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão-SP e Extrema-MG, usando o modelo climático regional ETA/HadCM3 no cenário climático A1B.
- b) Analisar os valores médios de temperatura do ar e dos totais de precipitação nas escalas de tempo mensal, sazonal e anual.
- c) Calcular a variabilidade dos dados de simulações de clima passado (1961-1990) e de simulação de clima futuro (para os intervalos de tempo: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2099) para os elementos climáticos de temperatura do ar e precipitação.
- d) Fazer o levantamento das palmeiras ocorrentes na região e verificar os elementos climáticos à ela associados, visando identificar como os mesmos podem influenciar esse grupo de plantas diante das mudanças climáticas.

3 JUSTIFICATIVA

A área de estudo está localizada em uma região de grande importância econômica ao país e que concentra grande urbanização estando suscetível às transformações nela decorrentes. Acompanhada da urbanização, a devastação da Mata Atlântica se tornou cada vez mais acelerada. Segundo Joly e Colombo (2010), no estado de São Paulo, em 2000, existiam somente 13% restante da mata original, comparada aos 85% existentes em 1500. Estes remanescentes estão especialmente localizados na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira, que devido à topografia dificulta a ação humana mas são bastante vulneráveis às mudanças climáticas.

Considerando-se que as alterações climáticas podem modificar o domínio fitogeográfico da Mata Atlântica em diferentes gradientes de altitude, faz-se necessário um estudo que avalie os prováveis impactos provocados pelas variações de temperatura e precipitação na região em estudo, compreendendo os municípios de Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão-SP e Extrema - MG. Admite-se que as palmeiras pertencentes a esse domínio, poderão ter suas áreas reduzidas ou mesmo sofrer interferências na estrutura ontogenética de suas populações, o que poderá acarretar prejuízos à fauna e a economia da população local (OLIVEIRA et al., 2014).

4 REVISÃO DE LITERATURA

O acesso aos recursos naturais foram os principais motivos que alimentaram as guerras entre as sociedades e os conflitos sociais. Desde o século XVII, o impulso econômico e político proporcionou uma autêntica depredação ambiental, facilitada pela inovação dos transportes e a navegação até então.

Com isso, as últimas 40 décadas foram marcadas por sucessivos encontros entre diversos países que tinham como discussão central o tema ambiental. Em 1972, Estocolmo foi palco da primeira Conferência para tratar o assunto, porém para os países emergentes que despontavam para o crescimento econômico, com maior advento das indústrias e do capitalismo, tratar da questão ambiental significava abdicar do então chamado “desenvolvimento”. Mesmo assim, o principal resultado desse encontro foi a “Declaração Sobre o Meio Ambiente” que consistia em um plano de ação, onde os 113 países participantes juntos cooperassem na busca de solução para os problemas ambientais (MARTINEZ, 2006).

Somente em 1988 em Toronto, Canadá, a preocupação com o clima veio à tona, pois a primeira Conferência sobre esse assunto veio alertar toda a sociedade civil sobre as mudanças climáticas no planeta e suas possíveis consequências futuras. Surge nesse ano o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – o IPCC, uma organização científico-política, criada pela OMM (Organização Mundial de Meteorologia) e pela UNEP (United Nations Environment Program), cujos objetivos principais tem sido a divulgação do conhecimento cada vez mais avançado sobre as alterações climáticas e a sintetização das análises científicas como suporte para colaborar nas negociações políticas globais.

Para os cientistas do IPCC, a mudança climática refere-se a qualquer mudança do clima ao longo do tempo, seja devido à variabilidade natural ou como resultado das atividades humanas. Desta forma, o Homem vem alterando a composição da atmosfera do planeta junto à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos de tempo comparáveis. Sobretudo, afirmam com 95% de certeza que o aumento dos gases do Efeito Estufa por ações antrópicas é responsável pelo aumento da temperatura global e recomendam a redução das emissões imediatamente (IPCC AR5, 2014).

Fenômeno natural benéfico da atmosfera terrestre, o Efeito Estufa é o regulador da temperatura da Terra. De toda a radiação proveniente do Sol que

chega ao nosso planeta, cerca de 30% são refletidos para o espaço sem aquecer o planeta. A porcentagem restante é absorvida pela atmosfera, pelas terras emersas, pelos oceanos e organismos fotossintetizantes. Com o tempo, a Terra dissipa essa energia emitindo-a para o espaço sob a forma de ondas longas. Os gases que compõem a troposfera, camada inferior da atmosfera que atinge até 16-18 km de altura na região tropical, são transparentes a maior parte da radiação solar, e é por isso que a luz atinge a superfície. Todavia, esta mesma atmosfera é opaca à radiação terrestre, absorvendo-a e aquecendo-se. Uma parte do calor absorvido pela atmosfera terrestre acaba sendo perdida para o espaço enquanto outra parte retorna à superfície (Figura 1). As trocas de calor entre a troposfera, de um lado, e os oceanos e continentes de outro, reduzem o resfriamento do planeta. Sem esse mecanismo natural a temperatura da Terra seria de 15°C negativos, o que reduziria ao extremo a diversidade de vida no planeta (IVANISSEVICH et al., 2010; ARTAXO, 2014). Pode-se dizer desta forma que a atmosfera é um estado de equilíbrio entre as concentrações de seus componentes.

Sem dúvida das questões ambientais atuais, a abordagem sobre o Efeito Estufa é a que vem despertando maior atenção entre os cientistas, governantes e mesmo entre a sociedade civil, devido às consequências ocorridas no clima planetário em que se evidencia a frequência de fenômenos atmosféricos como os furacões, tornados e tempestades. Na última década, por exemplo, percebeu-se maior frequência e a intensidade de eventos extremos em diversas localidades da superfície terrestre (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2016).

É fato que a Terra em seu tempo histórico, já passou por constantes variações climáticas, como as ocorridas há oitocentos mil anos, há quatrocentos mil anos e há cento e vinte mil anos. Essa última com temperatura um pouco acima da atual (NOBRE et al., 2012).

Geólogos e climatólogos assinalam, por exemplo, que a 65 milhões de anos houve uma mudança climática global que teria sido provocada pelo impacto de asteroides contra a Terra. Essa mudança climática seria responsável, entre outras coisas, pelo desaparecimento dos dinossauros e, segundo alguns paleontólogos, teria proporcionado que alguns primatas descessem das árvores e se aventurassem nas savanas, o que teria originado o processo que levaria à hominização (GONÇALVEZ, 2006).

Em um tempo geológico mais recente, cerca de vinte mil anos, a superfície esteve de cinco à seis graus mais fria, conforme as evidências em bolhas de ar em geleiras da Antártida. Todavia, a biosfera em seu tempo de existência aprendeu a lidar com as diferentes mudanças naturais, porém nesses últimos cem anos o acréscimo de CO₂ produzido pela queima de combustíveis fósseis e outras atividades humanas vem conseguindo mudar muito rapidamente os padrões atmosféricos dos últimos séculos (NOBRE et al., 2012).



Figura 1- Esquema do Efeito Estufa da Terra mostrando a distribuição da radiação solar ao atingir a Terra em porcentagem. 6% é retrodifundida para o espaço pelo próprio ar, 20% é refletida pelas nuvens e 4% pela superfície terrestre, constituindo-se então em 30% perdidos através do albedo. Entretanto, as nuvens absorvem 3% da radiação solar, poeiras e vapor d'água são responsáveis por mais 16%. Com essas interferências, 51% da radiação solar incidente atinge a superfície do planeta. Porém, da radiação emitida pela superfície terrestre (radiação infravermelha), cerca de 90% é absorvida pela atmosfera, irradiando aproximadamente 80% novamente para o solo. Contudo, apenas uma pequena parte da radiação terrestre escapa diretamente para o espaço.

Fonte: <http://www.geocities.com/RainForest/Jungle/3434/problemas/estufa.htm>.

Segundo Pacheco e Helene (1990), a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia e combustível, bem como também o desmatamento, estão alterando além da atmosfera a produtividade da vegetação terrestre por apresentar os níveis mais elevados de dióxido de carbono vistos nos últimos quatrocentos milênios. O carbono estocado naturalmente em combustíveis fósseis só se torna permutável devido à interferência humana, as florestas quando desmatadas para a

queima da biomassa ou para outro uso da terra liberam enormes quantidades de CO₂ que antes estavam contidos na vegetação e no solo.

Vale salientar que outros gases contribuintes para o efeito estufa em grande proporção são: Metano (CH₄), Nitrogênio (N₂), Óxido Nitroso (pt-Br), Ozônio (O₃). O Metano produzido por fontes humanas forma-se em áreas provenientes de alagados de arroz, indústria de combustíveis e de pecuária. Embora esteja em menor proporção na atmosfera e seu tempo de vida seja relativamente curto comparado com o CO₂, aproximadamente 10 anos, admite-se que ele seja entre 23 a 25 vezes mais impactante que o mesmo (IPCC, 2007; ARTAXO, 2014).

Desde o século XIX as concentrações de metano já dobraram de valor e no Ártico, componente chave do sistema climático global, a região está se tornando uma das principais fontes de emissões de metano na Terra. No Ártico, o gelo marinho desaparece ao aquecimento, mesmo de apenas poucos graus Celsius (IPCC, 2007).

Descobertas recentes mostram que as elevações de temperatura no Ártico ainda podem levar a emissão de quantidades significativas de metano, resultado do degelo do permafrost e em depósitos marinhos. Permafrost corresponde ao solo que ficou congelado por anos, variando de centímetros às centenas de metros de espessura, que ao derreter-se formam o thermokart, ou seja, solos inundados. Cerca de 1/3 das emissões de metano provém do Ártico e ainda pode aumentar caso um gás de hidrato de metano se torne desestabilizado em resposta ao aquecimento, tornando-se instáveis (PNUMA, 2008). Gonçalves (2006) relatou que o Ártico já não é mais seguro para o carbono, pois em alguns anos a vegetação tundra adicionará tanto ou mais carbono na atmosfera do que o lhe retira. Há de lembrar que algumas mudanças nessa região já são evidentes, como as alterações na refletividade da superfície provocada pelo derretimento do gelo, o avanço das florestas boreais em direção aos ecossistemas de tundra e as mudanças na sazonalidade; que em um ciclo constante vem aquecendo ainda mais a região (PNUMA, 2008).

A alteração do ciclo de nitrogênio global provocada pela ação humana também se tornou uma das mudanças mais problemáticas do planeta em ambiente terrestre. Com base nas evidências científicas disponíveis, sabe-se que dobrou a absorção de nitrogênio no ciclo de nitrogênio terrestre, aumentando as concentrações de N₂O e óxidos de nitrogênio, levando a formação de *smog* fotoquímico, perda de cálcio e potássio presente no solo, favorecendo também a

acidificação dos solos, rios e lagos, e acelerando a perda da biodiversidade (VITOUSEK et al., 1997).

Além de deixar claro que a alteração no balanço radiativo da Terra tenderá a mudar as temperaturas atmosféricas e oceânicas e conseqüentemente os padrões de circulação do ar, o IPCC, também divulga informações para que mecanismos de adaptação e de mitigação sejam criados a fim de diminuir os impactos ambientais. Em seu último relatório AR5, novamente reafirmou a tendência do aumento das concentrações dos gases de efeito estufa e reforçou que elas foram responsáveis pelo aquecimento observado nos últimos 250 anos, enfatizando uma redução imediata das emissões em todas as partes do globo (IPCC, 2014).

Esse mesmo fato foi ressaltado na Conferência do Clima (COP 21) a qual fizeram parte 195 países, que se comprometeram em conter o aumento da média de temperatura do ar em 2°C até o fim do século, limite a qual os cientistas afirmam que o planeta estaria condenado a um futuro irreversível de efeitos devastadores, mas se esforçando para que o mesmo não ultrapasse a 1,5°C. Contudo, os países desenvolvidos também deverão garantir o financiamento de US\$ 100 bilhões por ano aos países em desenvolvimento, cujos investimentos poderão ser aplicados em medidas de adaptação e mitigação. O mesmo acordo, já considerado histórico por essas medidas, ainda deverá ser revisto a cada cinco anos após o ano de 2020, entretanto não mencionou prazos e nem metas específicas de corte de emissões, isso deverá acontecer apenas via contribuições nacionalmente determinadas (UNITED NATIONS, 2015).

4.1 Uma perspectiva da Mudança Climática Global para o século XXI

Discussões sobre o aquecimento global se tornaram constantes no meio científico e na sociedade civil. Em 2007, discutia-se se o aquecimento global era um inequívoco e se o aumento da temperatura poderia ser de origem solar. Constatou-se que a radiação solar esteve mais forte no século XX do que está sendo no século XXI, assim como se percebeu que o CO₂ inorgânico procede de erupções vulcânicas e apresentam-se em quantidades pequenas. Considera-se que o CO₂ orgânico tenha passado pela fotossíntese, sendo originário, portanto, de atividades humanas. As quantidades de isótopos presentes no ar revelam a origem do carbono adicional

(combustíveis fósseis, queimadas em áreas de floresta, entre outros) (NOBRE et al., 2012).

Sintetizando os estudos de milhares de cientistas de todo o mundo sobre mudanças climáticas, o IPCC sistematicamente analisa novos dados que não existiam nos relatórios anteriores. O mais atual relatório do IPCC AR5 (2014), argumenta que as últimas três décadas foram as mais quentes desde 1850 (Figura 2).

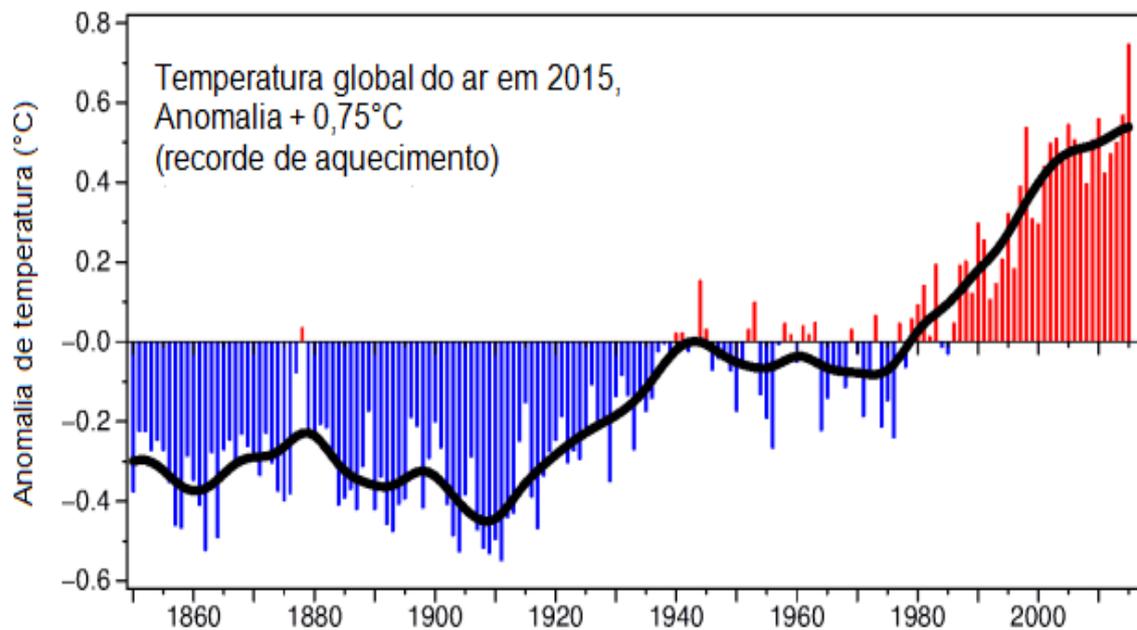


Figura 2 – Série de anomalia de temperatura do ar de 1850 a 2015. O ano de 2015 registrou a maior temperatura média da história ($0,75^{\circ}\text{C}$), em seguida 2014 ($0,56^{\circ}\text{C}$); 2010 ($0,55^{\circ}\text{C}$) e 2005 ($0,54^{\circ}\text{C}$). O balanço realizado anualmente vem confirmando uma tendência de aquecimento global em longo prazo.

Fonte: <http://www.cru.uea.ac.uk/>

O aumento da temperatura entre a média do período 1850-1900 e a média do período 2003-2012 foi em média a $0,78^{\circ}\text{C}$. Valores recentes mostraram que a concentração global média de CO_2 chegaram a ser superiores a 400 ppm no ano de 2015, em 2014 esses mesmos níveis ocorreram em abril de 2014, mas apenas para o hemisfério norte. Conseqüentemente, 2015, se revelou como o ano mais quente de todo o registro histórico iniciado desde 1850, superando o ano anterior, 2014. Embora o calor não tenha se espalhado uniformemente pelo globo, sendo maior na América do Sul, na Ásia e na Europa, ainda assim a temperatura média global sobre áreas continentais e oceânicas atingiu um aumento de $0,90^{\circ}\text{C}$ acima da média observada para o século XX. Contudo, 2016 poderá se revelar ainda mais quente,

estabelecendo um novo recorde global de temperatura do ar (Figura 3) (NOAA, 2015).

O mesmo relatório realizado pelo IPCC aponta ainda sobre a elevação do nível do mar. Entre 1901 e 2010 o nível do mar aumentou 19 cm e tornou-se mais ácido. Modelos climáticos apontam que até 2100 haverá um aumento aproximado de até 80 cm do nível do mar, trazendo certa preocupação aos cientistas já que os oceanos são amortecedores da atmosfera e acumulam a maior parte do aquecimento (IPCC AR5, 2014). Como consequência da acidificação nos oceanos, ter-se-á profundas modificações na biota com alterações em toda a cadeia alimentar. Os micro-organismos marinhos cujas carcaças são de carbonato de cálcio poderão se dissolver. Já o branqueamento dos corais está ligado à poluição, sedimentação ou às causas térmicas, isso acontece quando as algas são expelidas em resposta ao estresse que passa devido ao aumento da temperatura. O branqueamento tem sido uma ameaça à saúde desse ecossistema que tem baixa capacidade de adaptação, aumento superior a 3°C pode significar a morte desses animais (MARENGO, 2006; LEÃO et al., 2008). Esse aumento do nível do mar está ligado ao aquecimento da atmosfera e dos oceanos, bem como o derretimento do gelo nos pólos. Tanto as emissões de CO₂ passadas e futuras continuarão contribuindo para o aquecimento e aumento do nível do mar por mais de um milênio, em razão das escalas de tempo necessárias para a remoção desse gás na atmosfera (IPCC, 2014).

Todos os anos são registrados severas consequências derivadas da mudança no clima em todas as regiões do globo, bem como se ampliam os eventos extremos (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2016). Gonçalves (2006) considerou como consequência do aquecimento global do planeta o óbito de 11000 pessoas na França devido ao excesso de calor em 1998, o blecaute no EUA e Canadá por uma pane no sistema de energia motivada pela elevada temperatura no mesmo ano, no Brasil o furacão Catarina que provocou terríveis consequências em 2004, ano considerado como de temporada de furacões em muitas partes do globo. Mais recentemente Dias (2014), citou o inverno rigoroso em 2011 com fortes tempestades e nevascas, e em 2012 o frio que matou 400 pessoas em uma semana somente na Europa. Grandes ocorrências de mortes também foram registradas na Rússia em 2010, na Espanha e na Grécia foram os incêndios florestais que provocaram mortes, perdas de patrimônio e a destruição de habitats.

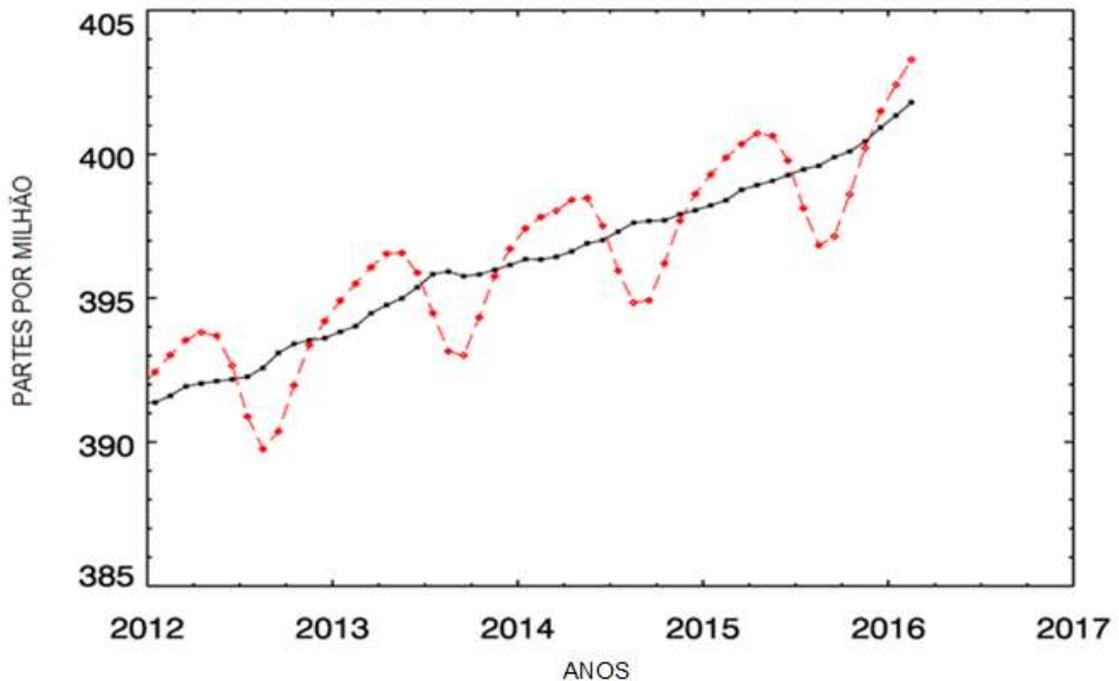


Figura 3- Média de emissões por CO₂ na atmosfera global para o mês de fevereiro de 2016. A cada ano, novos recordes de emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, sendo em 2012 (393 ppm), 2013 (396 ppm), 2014 (397 ppm). Isto comparada com uma média global de 354 ppm em 1990, quando este relatório começou a ser publicado.

Fonte: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>

No Brasil, entre 2010 e 2011 mais de mil mortes foram ocasionadas e diversos municípios encontraram - se em estado de emergência, tendo como causa principal movimentos de massa generalizados, transbordamento de rios além do descaso público e a falta de um planejamento urbano eficiente. Somente na região serrana do estado do Rio de Janeiro em janeiro de 2011, foram 947 mortes, cerca de 300 pessoas desaparecidas e aproximadamente cinquenta mil pessoas desabrigadas, fato esse considerado como uma das maiores tragédias natural e histórica do país (DOURADO, 2012; PNA, 2015). Porém todos os anos, dezenas de pessoas morrem e milhares de pessoas ainda são afetadas em decorrência dos desastres naturais, sendo na maioria causados por processos atmosféricos, sobretudo pela precipitação, por provocar processos físicos (vendavais, granizos, deslizamentos, inundações), que colocam em risco a população e suas atividades econômicas (PNA, 2015).

Com o objetivo de diminuir os impactos provocados por esses fenômenos atmosféricos, atualmente são monitorados 888 municípios em todas as regiões do país, áreas estas sujeitas aos processos físicos intensos. Criado em julho de 2011, o

CEMADEN/MCTI, órgão do governo tem se encarregado de gerenciar informações provenientes de radares meteorológicos, pluviômetros e de previsões climáticas, transmitindo as mesmas para o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, o CENAD, a fim de auxiliar o Sistema Nacional de Defesa Civil do país (CEMADEN, 2015).

Comim e Correa-Macanã (2013), em seus estudos relataram que as mudanças climáticas podem afetar a vida das pessoas mesmo indiretamente, constituindo um risco latente para o retrocesso do desenvolvimento humano. Segundo os mesmos, os impactos da mudança climática no desenvolvimento humano são diferenciados entre as populações, pois estes dependem da interação com as condições de vulnerabilidade bem como o grau de dependência em relação aos recursos naturais e serviços ecossistêmicos. A necessidade ainda pode obrigar as pessoas a mudarem seus meios de subsistência ou dificultar a possibilidade de diversificar seus meios de vida. Nessa premissa, os impactos sobre o desenvolvimento humano são complexos e múltiplos, já que mesmo de forma indireta acarretam em: deslocamento da população, interferência no acesso à educação e a segurança ou mesmo na perda de valores culturais e nas relações sociais.

Barcellos et al. (2009), ainda enfatizam outras consequências indiretas que as mudanças climáticas podem provocar na sociedade: doenças por veiculação hídrica, como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarreicas que se agravam com as enchentes ou mesmo com as secas pois afetam a qualidade da água; doenças respiratórias provocadas por queimadas; a incidência de doenças zoonóticas, dengue no verão e a malária na Amazônia; mas também doenças não transmissíveis que incluem a desnutrição e as doenças mentais.

Prováveis impactos das mudanças climáticas no Brasil para o futuro também são mencionados no primeiro relatório da Avaliação Nacional – RAN1 do PBMC, ou seja, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – 2014, que se baseou na avaliação da literatura disponível no Brasil nos últimos anos, como também considerou o quarto relatório (AR4), do IPCC. Ressaltou que as consequências afetarão os sistemas físicos, ou seja, os recursos hídricos, o nível do mar; o sistema biológico – os ecossistemas naturais e a distribuição de espécies; a sociedade num todo, interferindo na disponibilidade de água, dificuldade no transporte fluvial e principalmente na frequência em desastres naturais.

O PBMC tem como objetivo identificar a vulnerabilidade do país frente a essas mudanças, avaliar os impactos nos setores da economia e na sociedade; bem como analisar medidas de adaptação e de mitigação. A adaptação corresponde o ajustamento no sistema humano em resposta aos estímulos climáticos ou a seus efeitos (PBMC, 2014; PNA, 2015).

Com esse objetivo foi criado no Brasil o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima do Governo Federal, também denominado Plano Nacional de Adaptação (PNA), elaborado pelo Comitê Interministerial sobre mudança do clima entre 2013 e 2015, conforme determinação Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12187/09), em consonância com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Esse documento propõe diretrizes e recomendações para a gestão nas dimensões sociais, econômicas e ambientais e está dividido em vários eixos temáticos (Agricultura, Biodiversidade, Ecossistemas, Cidades, Desastres Naturais, Indústria, Mineração, Infraestrutura, Povos e Comunidades Vulneráveis, Recursos Hídricos, Saúde, Segurança Alimentar e Zona Costeira).

Refere-se à mitigação o conjunto de procedimentos que visam reduzir os danos e efeitos causados ao meio ambiente, principalmente oriundos do aumento das concentrações do GEE (DIAS, 2014). Bom exemplo é fazer o uso mais consciente do solo, a fim de diminuir as emissões e promover captação de CO₂ da atmosfera. No Brasil, por exemplo, planeja-se em adotar sistemas capazes de sequestrar carbono da atmosfera com sistemas agroflorestais e agrossilvopastoris em áreas de agricultura e pecuária. Segundo estudos é possível mitigar até seis bilhões de toneladas de CO₂, adotando esse sistema, fazendo que no futuro a agricultura seja importante sumidouro de CO₂. Em áreas de cafezais, a presença de árvores permitirá a radiação ser diminuída em 20 a 30% durante o dia, já à noite será uma defesa contra as geadas (ASSAD; PINTO, 2008).

Os estudos sobre os impactos na agricultura ainda são recentes em nosso país, mas verifica-se uma perda em milhões de hectares para plantios como algodão, arroz, feijão, girassol; principalmente para soja e café (ASSAD; PINTO, 2008). Se nenhuma medida for tomada em termos de mitigação e adaptação, poderá haver um futuro sombrio para a agricultura brasileira, grande vítima das mudanças climáticas. O Brasil perderá milhões de hectares até 2050, cujas causas maiores serão o aumento da evapotranspiração e a deficiência hídrica (PBMC, 2014). Estudos indicam que quando a temperatura está acima de 40°C, os

estômatos se fecham e as flores e frutos morrem. O aumento da temperatura ainda poderá possibilitar a migração da agricultura de áreas tropicais ao Sul do país, em especial a cana e o café arábica (ASSAD; PINTO, 2008).

O quinto relatório do IPCC (2014), também vem tratando sobre os piores cenários climáticos, com o objetivo de dar subsídios aos tomadores de decisão, tanto no setor público como privado, para que se estabeleçam ações para mitigar as emissões de gases do efeito estufa e adaptar as atividades humanas. Nessa primazia, deve-se entender que tanto a mitigação como a adaptação deve ser tomada ao mesmo tempo, pois os impactos poderão ser retardados pela mitigação, porém não os evitará, o que tornará a adaptação extremamente importante.

4.1.1 Um olhar para o futuro: Modelos Globais e Simulações Climáticas

Nas últimas décadas a confiabilidade sobre o uso de modelos climáticos aumentou muito, fato que ocorreu devido à evolução no entendimento dos processos atmosféricos e na maior capacidade dos computadores processarem e armazenarem informações, bem como no uso de métodos em que se pode melhor representar o sistema climático (SAMPAIO; DIAS, 2014).

Pode-se dizer que os Modelos Climáticos Globais ou Modelos de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA) são programas computacionais que integram informações sobre umidade, calor e CO₂ presentes na atmosfera e nos oceanos, considerando as interações mútuas entre os mesmos, possibilitando a previsão ou mesmo a simulação do clima de uma determinada região ou área (Figura 4). Esses modelos recebem informações meteorológicas advindas de balões atmosféricos, boias oceânicas, aviões, estações meteorológicas e satélites, que permitem as informações necessárias para que o estado da atmosfera possa ser determinado em cada elemento espacial do modelo.

O sistema de equações desses modelos pode ser particionado nas dimensões consideradas pontos de grade, latitude, longitude e altitude (SAMPAIO; DIAS, 2014). Contudo, embora tenham avançado muito com resoluções espaciais de poucas dezenas de quilômetros ainda não são totalmente capazes de processos em pequena escala que permitam uma simulação explícita dos recursos locais, tais como a topografia, uso da terra, linhas costeiras, vegetação e lagos (PESQUERO, et al., 2010; SAMPAIO; DIAS, 2014). Assim, para prover simulações de longo prazo

das mudanças climáticas com maior resolução, modelos climáticos regionais (MCR) são aninhados aos modelos climáticos globais (MCGA) para fornecer detalhes necessários ao estudo do local (CHOU et al., 2011).

Sendo extremamente útil para a compreensão do clima futuro, esses modelos climáticos também tem sido capazes de projetar eventos climáticos extremos, que se tornaram cada vez mais comuns em todo o globo e podem se intensificar em curto, médio e longo prazo (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2016).

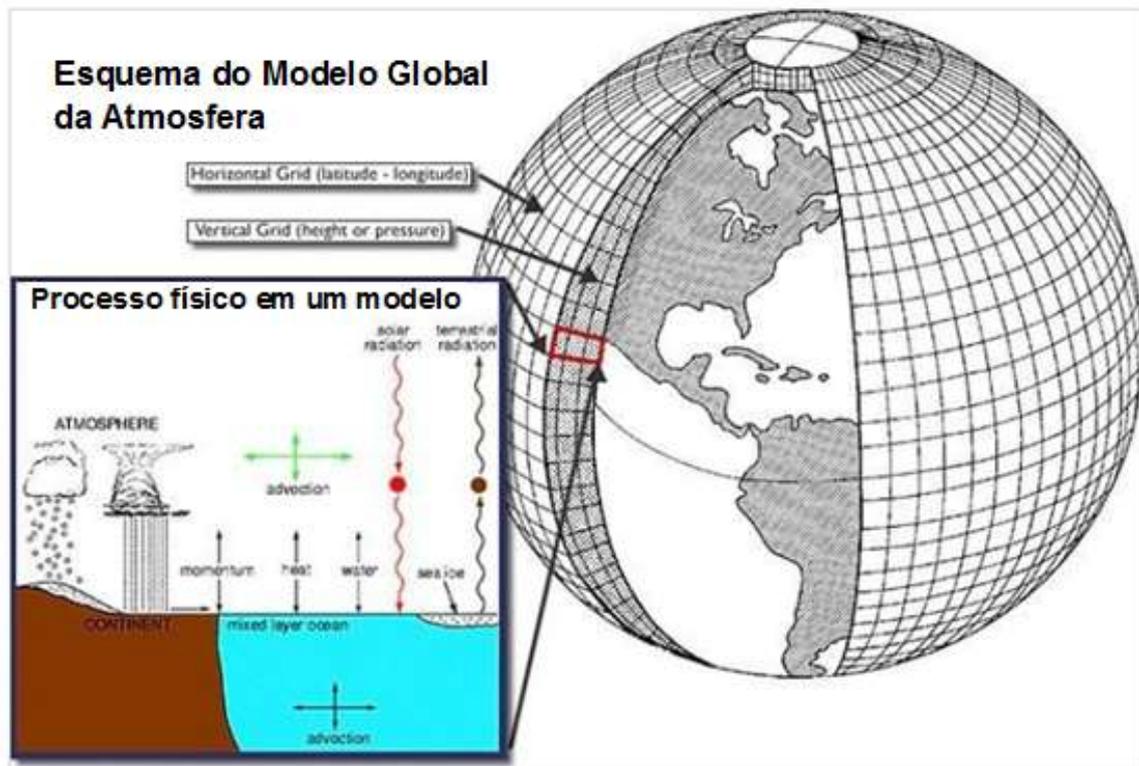


Figura 4 – Processos físicos do sistema terrestre produzida pela modelagem
Fonte: Modelo de Sistema Comunitário Terrestre (CESM)

Para o estudo de simulação climática, esses modelos baseiam-se em cenários de emissões (Relatório Especial de Emissões – SRES do IPCC), sobre o clima do planeta, numa escala de tempo muitas vezes longa de dezenas a centenas de anos. Ainda deve-se considerar a demografia, o uso do solo, o PIB, as fontes de energia e o desenvolvimento socioeconômico e suas implicações como fatores que contribuem para a formação desses cenários.

Em linhas gerais, os relatórios do IPCC (2001 e 2007) analisaram os seguintes cenários climáticos:

- A1- Corresponde a um modelo dominante de rápido crescimento populacional até meados do século XXI, além do crescimento econômico e tecnológico. Nesse cenário ocorrem elevadas emissões de gases advindas do uso de combustíveis fósseis para a geração de energia para posteriormente serem adotadas novas tecnologias. Haverá melhoria do nível de padrão econômico da sociedade bem como maior integração social e cultural. Três grupos se desdobram deste cenário de acordo com a ênfase tecnológica: A1FI- intensiva no uso de combustíveis fósseis; A1T- uso de fontes energéticas não fósseis e A1B- equilíbrio entre todas as fontes, ou seja, não dependente excessivamente de um tipo especial de fonte de energia.
- A2- Corresponde a um futuro com crescimento populacional e tecnológico elevado e menor preocupação em relação ao desenvolvimento econômico acelerado. Nesse cenário também ocorrem elevadas emissões.
- B1- Nesse cenário ocorrem baixas emissões já que corresponde a um futuro onde a humanidade aprendeu a usar tecnologias mais limpas. A meta é a sustentabilidade ambiental e social num contexto global mesmo com o uso de tecnologias. A população atinge pico em meados do século XXI, declinando posteriormente, enquanto as estruturas econômicas convergem para o setor de serviços em detrimento de menor produção material.
- B2- A sustentabilidade econômica, social e ambiental será mais restrita, pois partirá de ações locais e iniciativas comunitárias. A população aumenta a uma taxa menor à do A2, havendo disposição em reconhecer o direito de cada um.

Em seu quinto relatório (AR5), o IPCC tem utilizado os modeladores do clima, também conhecidos por RCP- Caminhos de Concentração Representativos. Os novos RCPs do IPCC descrevem quatro cenários climáticos possíveis para o futuro do planeta Terra, levando em conta as emissões variadas de gases (CO_2 , CH_4 , N_2O , C_2F_6 , HFC-125, HFC-1134, HFC-143, HFC-23, SF_6 , ODS_5), e como os mesmos serão emitidos nos anos vindouros (IPCC AR5 , 2014). Desta forma, compreende-se que:

Cenário RCP 2.6 – apresenta forte redução de emissões de gases do efeito estufa após 2020. Com esse cenário o aquecimento global não se mantém para além de 2100, podendo a temperatura, permanecer abaixo de 2°C devido a forte mitigação.

Cenário RCP 4.5 – supõe-se que haja um armazenamento de $4,5 \text{ W/m}^2$, representando uma estabilização das emissões de gases do efeito estufa antes de

2100. A temperatura provavelmente ficará entre 1,1 a 2,6°C, representando o cenário mais utilizado.

Cenário RCP 6.0 - supõe-se que haja um armazenamento de 6.0 W/m², com estabilização das emissões logo após 2080. O provável aumento da temperatura estará entre 1,4 e 3,1°C.

Cenário RCP 8.5 – corresponde ao cenário mais pessimista, pois as emissões continuarão crescendo sem a preocupação de estabilização. Armazenamento de 8,5 W/m² consistirá em 2,6 e 4,8° C ao longo do século.

Contudo, a criação desses cenários permitirão uma maior flexibilidade e redução de custos computacionais com o processo de modelagem. Ao contrário do SRES, o RCPs permite que as equipes testem diferentes iniciativas de política social (IPCC AR5, 2014).

Desta forma, ainda existem incertezas na modelagem do clima para projeções futuras seja em nível global ou regional. Pode-se dizer que elas estão baseadas nas emissões dos GEE e aerossóis em decorrência de atividades vulcânicas, na inclusão dos efeitos no aumento da concentração de CO₂ atmosférico nas plantas e ainda incertezas na sensibilidade do clima global e nos padrões regionais das projeções de clima futuro simulados pelos modelos climáticos (MARENGO, 2006). Assim, se faz necessário o acompanhamento desses modelos, conhecendo os erros à ele associados, para que se tornem cada vez mais uma ferramenta confiável (MOURA et al., 2010).

No Brasil, por exemplo, em estudos simulando a precipitação no futuro e no presente, percebeu-se que o modelo Hadley Center (HadCM3), subestimou a chuva, em comparação com outros modelos. Como considerações finais os modelos CCMA, MIROC, CSIRO e CSNIER são melhores para saber o que acontecerá no futuro, pois não mostraram mudanças extremas (RAMIREZ e ORSINI, 2006; MOURA et al., 2010). Para Ramirez e Orsini (2006) se o aumento das emissões de gases estufa gerarem climas mais secos e a redução da precipitação, os modelos HAD e o CCMA estariam mostrando cenários futuros mais próximos à realidade em comparação aos outros, pois estes mostraram uma diminuição das chuvas ao longo dos cem próximos anos.

O modelo global HadCM3 foi desenvolvido no Centro de Pesquisas *Hadley Center* ligado ao Serviço Meteorológico Britânico (United Kingdom Meteorological Office) é um modelo acoplado oceano-atmosfera (AOGCMs), que possui as

seguintes características: a componente atmosférica possui 19 níveis na vertical com uma resolução espacial de 2,5° de latitude e 3,75° de longitude, produzindo uma grade global de 96 x 73 células, equivalente a uma resolução de 417 x 278 km na linha do Equador. A componente oceânica do HadCM3 tem 20 níveis com uma resolução horizontal de 1,25° de latitude e 1,25° de longitude (MARENGO, 2006).

Ferreira (2009), utilizou o modelo climático Hadley Center (Reino Unido) em seu trabalho para compatibilizar dados de precipitação com os dados apresentados pelo DAEE no período de 1952 a 1999 no município de Taubaté-SP, como resultado apresentou estimativas superiores que às registradas pela climatologia, tanto para o cenário A2 (17,2%) como para o cenário B1 (19,8%). Sua resolução espacial, da ordem de centenas de quilômetros, limita a possibilidade de simular e prever, com exatidão, algumas variações de temperatura ou precipitação em escala regional.

Admite-se também, que modelos climáticos de países temperados não representam os países de climas tropicais, pois estes não possuem informações sobre fenômenos tropicais importantes (INPE, 2016), como também não apresentam os mesmos biomas e nem o mesmo uso do solo (ALVES et al., 2000).

Desta forma, desde 2009 o Brasil passou a desenvolver seu próprio modelo de sistema climático global, o Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre – BESM, integrando-se o seleto grupo de países que são capazes de atuar nas dimensões de desenvolvimento, da validação e da simulação dos mesmos. No Hemisfério Sul, por exemplo, somente o Brasil e a Austrália realizam estudos com o uso de modelos climáticos (INPE, 2016).

O desenvolvimento do BESM, oportunizou o acesso mais detalhado de informações a respeito dos fenômenos climáticos tropicais que acontecem em todo o continente sul-americano e no Brasil, ainda pouco conhecidos na comunidade internacional; possibilitou verificar a variação da temperatura das águas no Atlântico Sul e o desmatamento dos biomas. Além disso, trará benefícios locais com o aprimoramento da capacidade de previsão do tempo e do clima sazonal, bem como a ocorrência de eventos extremos. Contudo, deverá ser utilizado para a definição de políticas públicas no país para melhor adequá-lo aos possíveis impactos das mudanças climáticas globais (INPE, 2016).

O uso de modelo climático no país iniciou-se a partir de 1994 no CPTEC/INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), inicialmente era para a previsão do tempo, mas com o maior

conhecimento dos elementos climáticos passou também a colaborar com estudos de simulações climáticas. Com o objetivo de melhorar o entendimento do clima e fazer projeções para todo o país e também para a América do Sul, anos atrás passou a ser operado no CPTEC/INPE a versão do modelo regional ETA (ALVES et al., 2000).

Desenvolvido na Universidade de Belgrado pelo Instituto de Hidrometeorologia na Iugoslávia, essa ferramenta passou a ser usada no National Center for Environmental Prediction (NCEP) a partir da década de 80 (MESINGUER, 1984), mas somente em 1996 foi instalada no CPTEC/INPE junto ao modelo o modelo de circulação geral atmosférica HadCM3 como forma de complementar a Previsão Numérica de Tempo.

O ETA é um modelo regional de mesoescala em ponto de grade, que se baseia em equações primitivas. Esse modelo fornece os dados das variáveis precipitação e temperatura do ar em intervalos de 6 horas, permitindo realizar uma simulação mais detalhada do local analisado (MOURA et al., 2010). Devido ao seu sistema vertical, também é capaz de produzir bons resultados mesmo em regiões com orografia íngreme (PESQUERO et al., 2010).

Santos (2014) avaliou que o modelo ETA (resolução 20 x 20 km) apresentou diferença entre as comparações das observações reais e as simulações do passado (1961 a 1976) para o município de Taubaté-SP. O modelo apresentou aproximadamente diferença de 1,9°C para temperatura nesse período enquanto para precipitação foi de -1,6 mm. Com a diferença entre os dados de observação e simulação do passado pode-se corrigi-los para o tratamento de cenários futuros. Santos (2014), propõe que se faça esse mesmo estudo com outros tipos de resoluções que este modelo apresenta, como por exemplo, 5 x 5 km para que se tenham melhores resultados.

Em mais alta resolução (com espaçamentos horizontais de grade de 10 e 5 km), esse modelo regional simulou bem as características da atmosfera (gradientes de temperatura do ar, confluência dos ventos, pressão atmosférica); assim como representou bem o máximo de precipitação, embora com alguns erros de fase quanto ao posicionamento da banda de precipitação mais intensa causada pela ação dos sistemas sinóticos presentes. Valores de instabilidade foram obtidos, indicando um bom desempenho do mesmo para alertas de intensa precipitação para a região de estudo (VASCONCELLOS; CAVALCANTI, 2010).

No entanto, apesar da grande evolução do conhecimento climático e dos inúmeros avanços nos sistemas de observações, na capacidade de assimilação de dados computacionais e no aumento da resolução dos modelos climáticos, ainda existem muitos desafios pela frente. Questões sobre como melhor representar a dinâmica das interações do clima planetário junto às mudanças do uso da terra e das dimensões humanas; a consideração dos processos do sistema climático na escala espacial e temporal são exemplos do que atualmente estão presentes na pauta dos pesquisadores. Tudo indica que ainda teremos enormes avanços no campo da ciência climática, inclusive com a contribuição maior do quadro de pesquisadores brasileiros devido a sua alta capacitação (SAMPAIO; DIAS, 2014).

4.2 Sistema Fitogeográfico na composição de uma Bacia de Drenagem- Uma consideração sobre a Mata Atlântica.

As florestas tropicais da América do Sul estão entre os mais densos e complexos biomas terrestres do planeta, cumprindo papel importantíssimo para o equilíbrio climático global pela umidade que detêm e, assim, contribuindo para que as amplitudes térmicas, ou seja, diferenças entre a temperatura máxima e as mínimas diárias e anuais não aumentem ainda mais como vem ocorrendo, em grande parte pelo próprio desmatamento (GONÇALVEZ, 2006).

Sem dúvida, nesse papel, a vegetação e o balanço hidrológico estão inter-relacionados e dispendem de energia nessa integração. Um aspecto do consumo de energia ocorre, por exemplo, com a transpiração das plantas. A raiz absorve a água presente no solo, elevando-a até as partes mais altas das suas folhas. Desta forma, o fluxo da água anteriormente contida no solo, é extraída e enviada à atmosfera em forma de vapor (TRICART, 1977).

É por meio da radiação solar, que ocorre a evaporação e os movimentos das massas de ar. Entretanto, é a energia da gravidade que determina a queda dos núcleos de condensação, que dependo do tamanho não conseguem permanecer em suspensão no ar (TRICART, 1977). São núcleos de condensação as partículas de poeira, grãos de pólen, sal ou mesmo gases. Em áreas de florestas tropicais, a existência de certos tipos de gases (compostos orgânicos voláteis), conhecidos popularmente como aromas da floresta podem exercer essa mesma função (NOBRE, 2014).

As gotas de chuva ao caírem sobre as superfícies das folhas são interceptadas pelas suas irregularidades, escoando-se ao longo dos ramos. Parte novamente se evapora, outras, chegam ao solo em função da intensidade da precipitação (TRICART, 1977).

Entre tantos serviços que a vegetação proporciona, Nobre (2014) ainda ressalta o seu papel contra eventos atmosféricos destrutivos, onde o dossel florestal atua como dosador e dissipador na concentração de energia dos ventos. A cobertura vegetal freia o vento e aumenta a turbulência da passagem do ar, graças ao efeito da sua rugosidade (TRICART, 1977).

Nesse contexto, a Floresta Atlântica ou também conhecida como Mata Atlântica (BRASIL, 2006) possui importância imprescindível já que garante a fertilidade do solo, ainda que baixa, protege as escarpas dos morros e é berço para sete bacias hidrográficas. Além disso, regula o clima, a temperatura do ar e a umidade (D´ORAZIO, 2012).

Considerada a mais antiga floresta brasileira, a mesma é vista por pesquisadores como um hotspot para a conservação da biodiversidade devido ao alto grau de endemismo verificado em especial nas regiões serranas (JOLY; COLOMBO, 2010). Ao adicionar-se aos hotspots Madagascar, Caribe, Andes Tropicais e Sundaland o grau de endemismo chega a representar aproximadamente 30% dos totais globais para as espécies de plantas e vertebrados, isso em unicamente 0,7% da superfície terrestre do planeta (MYERS, 2000).

Suas características geográficas somadas à altitude que se estendem desde o nível do mar a 1.800 m formam gradientes de biodiversidade e favorecem uma alta diversidade endêmica nessa região (MYERS, 2000). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2002), das mais de 20 mil espécies de plantas descobertas, 8 mil são consideradas endêmicas, no mesmo contexto atribui-se a fauna, sendo 250 espécies de mamíferos (55 endêmicos), 340 anfíbios (90 endêmicos), 197 répteis (60 endêmicos) o que equivale a 42% de todas as espécies do país, 1050 aves (200 endêmicos) e 350 espécies de peixes (133 endêmicos). Diferentes espécies evoluíram a partir da vegetação nativa da época em que a América do Sul e a África estavam se separando, ou seja, aproximadamente 65 milhões de anos. No Sul e no Nordeste a Mata Atlântica (BRASIL, 2006), se expandiu e se retraiu durante o Quaternário, e ainda houve possíveis conexões do passado entre a Mata Atlântica e a floresta Amazônica (JOLY et al., 1991).

A Lei 11.428/06 (BRASIL, 2006) do Governo Federal, sobre a Mata Atlântica considera como parte integrante desse sistema: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; campos de altitude; áreas das formações pioneiras, conhecidas como manguezais, restingas, campos salinos e áreas aluviais; refúgios vegetacionais; áreas de tensão ecológica; brejos interioranos e encaves florestais, representados por disjunções de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual; áreas de estepe, savana e savana-estépica; e vegetação nativa das ilhas costeiras e oceânicas. Porém, baseando-se na distribuição de espécies e endemismo esse domínio fitogeográfico agrupa-se em 8 subregiões biogeográficas, sendo 5 centros de endemismo (Bahia, Brejos Nordestinos, Pernambuco, Diamantina e a Serra do Mar), e 3 de transições regionais (São Francisco, Araucária e Florestas Interiores) que estão distribuídas nos estados mencionados (SILVA; CASTELETI, 2003).

Estas formações vegetais estão localizadas em 17 estados brasileiros (Figura 5), o correspondente a 3.284 municípios, áreas vulneráveis à transformação por ações antrópicas, pois nelas vivem 72% da população brasileira. De acordo com levantamento e mapeamento realizado em 2013 e 2014 pelo Atlas da Mata Atlântica/INPE e SOS Mata Atlântica, verificou-se que entre os anos de 1985-2012 houve um desflorestamento de 1.826.949 ha, só entre 2011 e 2012 correspondeu a 21.977 há, entre 2012 e 2013 foi de 23.948 e entre 2013 e 2014 foi de 18.267 ha. Desta forma, embora o desmatamento esteja diminuindo em relação ao passado, ainda há desflorestamento e este ocorre em todos os 17 estados brasileiros, principalmente nos estados do Piauí e Minas Gerais (Figura 6). Os remanescentes não florestais, ou seja, as áreas de várzeas, dunas, campos, cordões de restingas também foram considerados nesse relatório e os mesmos apresentaram desmatamento, ainda que baixo (INPE, 2015).

De acordo com o levantamento realizado pelo INPE (2015), atualmente restam 8,5% da cobertura original da Mata Atlântica, resultado do uso intenso que se fez do solo principalmente na costa do país desde a chegada dos colonizadores europeus (Figura 7). A devastação iniciou-se na região Nordeste com o desenvolvimento maior da agricultura da cana de açúcar, do fumo e cacau, da

pecuária e prosseguiu-se na região Sudeste com a cafeicultura e a intensa urbanização (MARTINEZ, 2006).

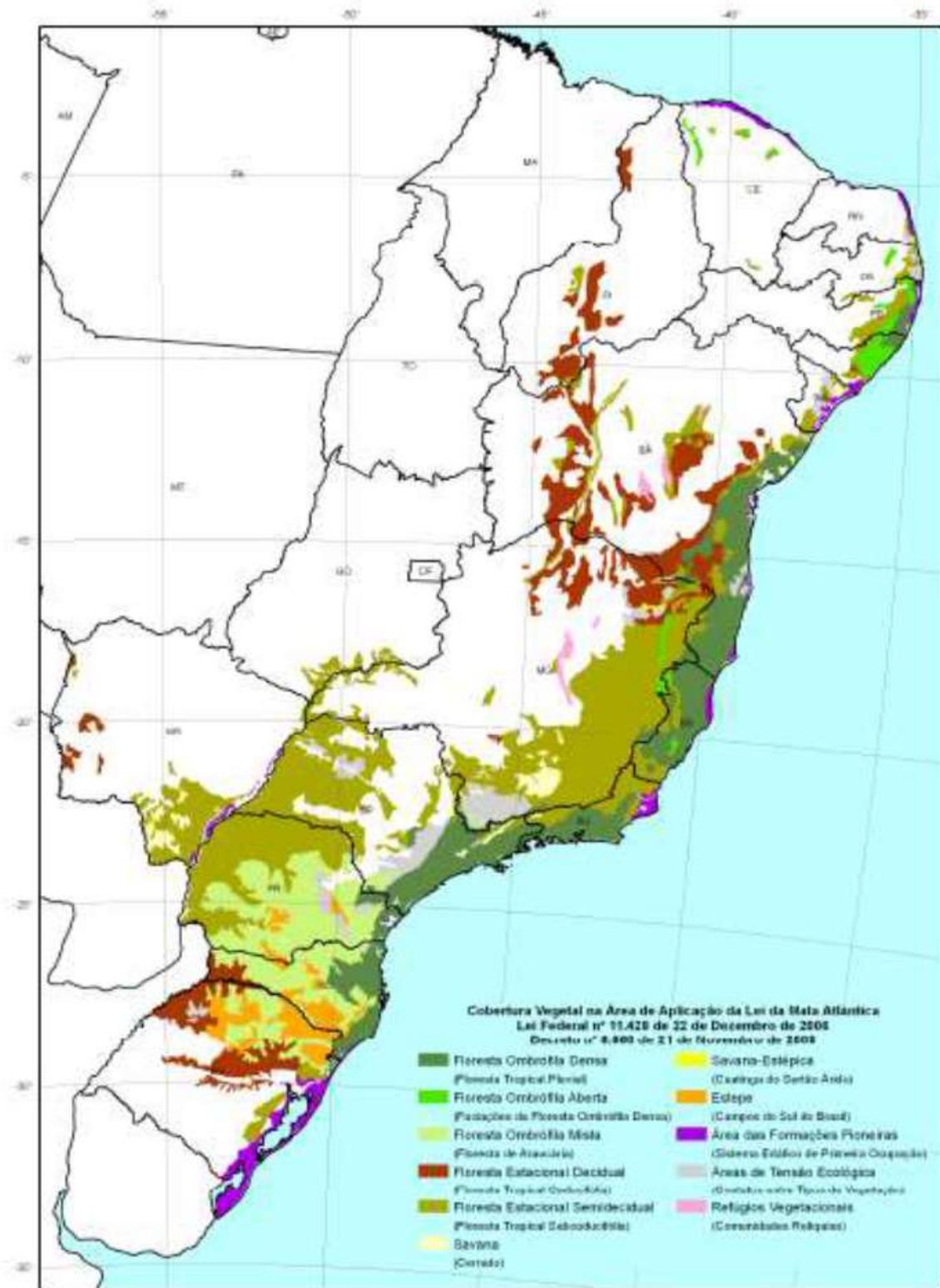


Fig.5- Área de abrangência da Mata Atlântica, conforme Lei Federal 11.428/2006 e Decreto 6.660/2008
 Fonte: <http://mapas.sosma.org.br/dados>

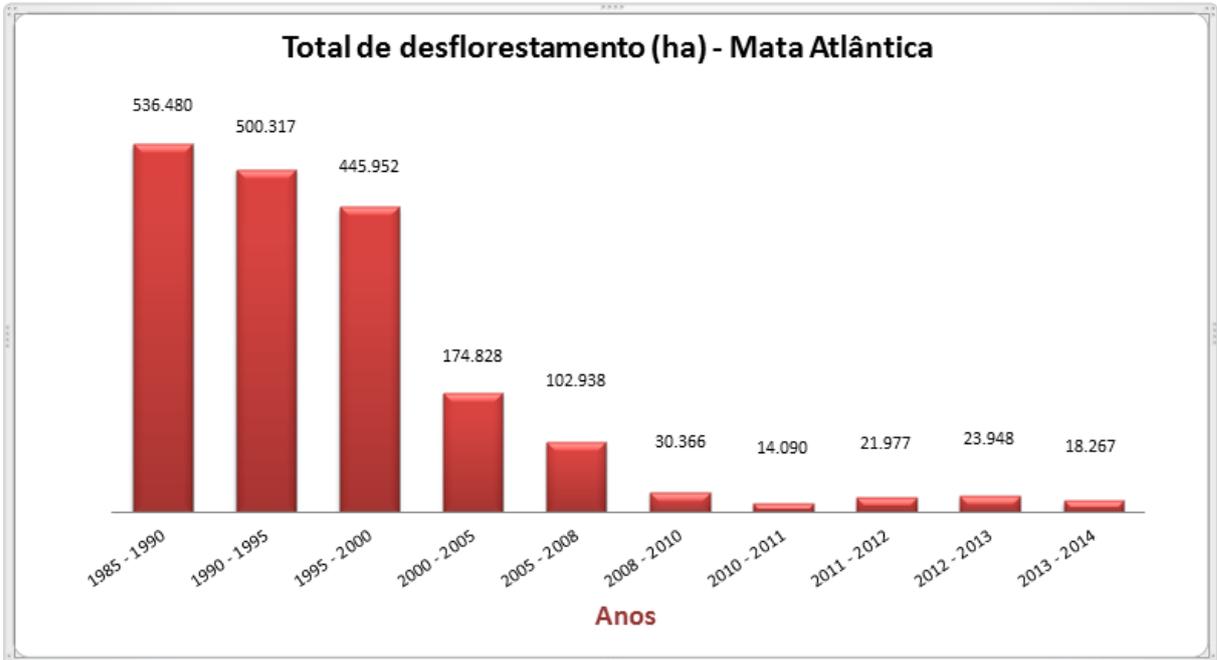


Figura 6- Total de desflorestamento histórico da Mata Atlântica em hectares desde o início do monitoramento (1985-2014)

Fonte: Adaptado de SOS Mata Atlântica – 2015

O efeito do desmatamento trouxe inúmeras consequências para a biodiversidade, porém em relação ao clima não foi muito notado graças a sua costa oceânica quente e úmida que mantém o clima mais ameno (NOBRE, 2015). Influenciada pela fachada da Serra do Mar, é justamente nas áreas mais altas do relevo que se encontram a maior parte restante da Mata Atlântica, por serem impróprias para a atividade agrícola. Tratam - se de fragmentos de grande importância biológica, mas que podem sofrer com as possíveis mudanças climáticas previstas para as próximas décadas.

Estudo realizado por Ribeiro et al., (2009) permitiu quantificar e analisar a distribuição espacial dos remanescentes florestais desse domínio fitogeográfico. Tratam-se de 245.173 fragmentos estando o maior deles também localizado na Serra do Mar, entre o estado de São Paulo e ao sul do Rio de Janeiro, com 1.109.546 ha de florestas contínuas, ou seja, 7% do total restante. Posteriormente, estão localizados nessa mesma região o segundo e o terceiro maior fragmento, sendo no estado do Paraná (508.571 ha), e em Santa Catarina (382.422 ha), juntos esses três representam mais que 13% sobre o restante da floresta. Em outras regiões os fragmentos não ultrapassam a 250.000 ha. Todavia, a maioria dos fragmentos cobrem menos de 50 ha, estes representam 83,4% dos fragmentos (204.469 fragmentos) que cobrem 20,2% da área de remanescentes florestais totais,

localizados em todas as sub-regiões biogeográficas. Constatou-se que quase metade dos remanescentes florestais, localiza-se a menos de 100 m de áreas abertas, enquanto que 70% desses remanescentes estariam a menos de 250 m, ou seja, suscetíveis e vulneráveis ao efeito de borda.

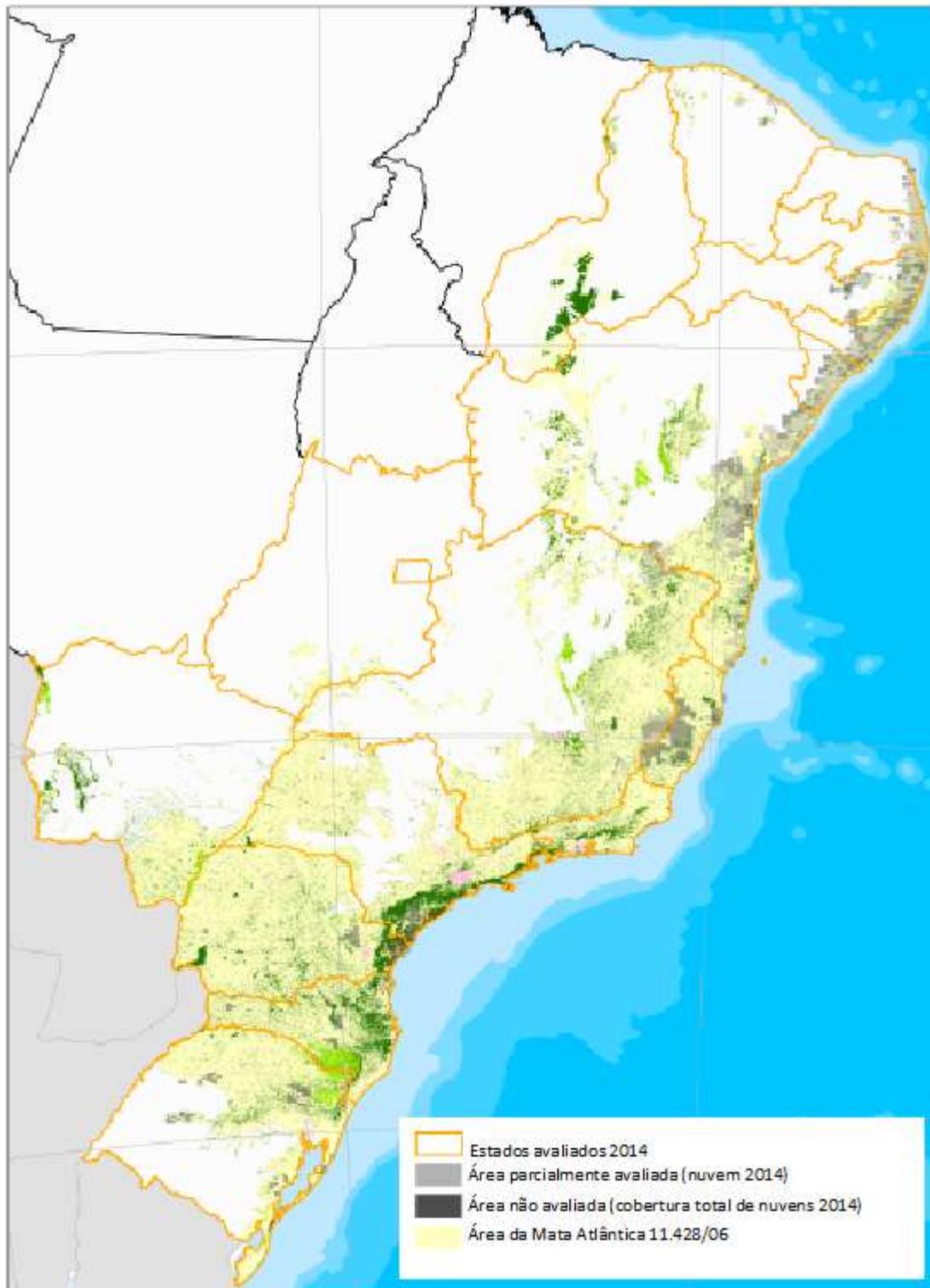


Figura 7- Área da Mata Atlântica (Lei 11.428/06), considerada nessa atualização, indicando os remanescentes florestais e as áreas naturais existentes em comparação às áreas dizimadas.

Fonte: <http://mapas.sosma.org.br/dados>

Entre a Bahia e a Serra do Mar esses remanescentes são quase inexistentes, revelando a falta de conexão de nichos entre o norte e o sul da Mata Atlântica. Admite-se que a região norte possui atualmente o pior estado de conservação, exceto na Bahia, que possui um mosaico de fitofisionomias, sendo a esperança para a restauração de conexões florestais futuras.

Excluir os fragmentos contribuirá para o maior isolamento dos mesmos, até fragmentos menores (< 200 ha) podem desempenhar um papel crucial na redução dos fragmentos maiores, atuando como degraus de conectividade a fim de garantir o processo de evolução biológica no presente e futuro cenário das mudanças do clima (RIBEIRO et al., 2009).

Diversas outras formações vegetais presentes nas mais diversas áreas dos continentes também estão seriamente ameaçadas, seja pelo uso dos seus recursos, pela urbanização ou pelo aumento da temperatura. Segundo a organização não governamental Conservação Internacional (CI) são 25 biorregiões selecionadas em todo o mundo. No Brasil além da Mata Atlântica está o Cerrado, estimadas como as regiões mais ricas em biodiversidade e, ao mesmo tempo as mais ameaçadas. Na escolha de um hotspots, considera-se que a biodiversidade não está uniformemente distribuída ao redor do planeta, ou seja, 60% das plantas e animais concentrariam-se em apenas 1/4% da superfície terrestre (RMA, 2006). Entretanto para Joly e Colombo (2010), hotspots correspondem àquelas regiões que perderam 3/4 da sua vegetação nativa e que concentram altos níveis de biodiversidade, principalmente se estas forem consideradas endêmicas.

Baseando-se na análise de diferentes abordagens sobre ecologia, sustentabilidade e conservação, Morellato e Haddad (2000) enfatizaram que o domínio fitogeográfico da Mata Atlântica possui a maior diversidade de espécies e nível de endemismo já registrado, sendo superior ao da Amazônia e ressaltaram a necessidade de preservação e a ligação dos fragmentos florestais de forma a permitir o deslocamento da fauna e o controle de efeito de borda para a conservação das espécies.

4.2.1 Caracterização da Mata Atlântica (Lei 11 428/06)

Floresta Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Tropical): O termo Floresta Ombrófila Densa, criado por ElleMBERG e Mueller (1965/6), substitui Pluvial (de

origem latina), por Ombrófila (de origem grega), ambos com o mesmo significado “amigo das chuvas” (Figura 8).



Figura 8 – Presença de Floresta Ombrófila Densa no município de Extrema - MG, 1632 m de altitude (22°88'28" S, 46°31'93" O)

Além disso, pela primeira vez, os termos “Densa” e “Aberta” foram empregados como divisão das florestas, dentro do espaço intertropical. Este tipo de vegetação é caracterizado por fanerófitos, justamente pelas subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitos em abundância que o diferenciam das outras classes de formações. Porém, sua principal característica reside nos ambientes ombrófilos que marcam muito bem a região florística florestal.

Assim, a característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está presa aos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25°C) e de precipitação bem distribuída durante o ano (0 a 60 dias secos), o que determina uma situação bioecologicamente seca. Dominam no ambiente dessa floresta os latossolos com característica distrófica e raramente eutróficas, originados de vários tipos de rochas desde as cratônicas (granitos e gnaisses), até os arenitos com derrames vulcânicos de variados períodos geológicos. Dominam nos ambientes dessa floresta os latossolos e os podzólicos, ambos de baixa fertilidade natural (VELOSO, 1992).

Floresta Ombrófila Densa Aluvial: Trata-se de uma formação ribeirinha ou floresta ciliar que ocorre ao longo dos cursos de água ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias (Figura 9). Esta formação constituída por macro e meso e microfanerófitos de rápido crescimento, em geral de casca lisa, tronco cônico, por vezes com a forma característica de botija e raízes tabulares. A floresta aluvial apresenta com frequência um dossel emergente, porém, devido a exploração madeireira, a sua fisionomia torna-se bastante aberta. É uma formação com muitas palmeiras no estrato intermediário, apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número e epífitas (VELOSO, 1992).



Figura 9 - Floresta Ombrófila Aluvial, à 978 m de altitude (22°83'65" S, 46°19'32" O), às margens do rio Jaguari no município de Extrema-MG

Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas: É uma formação que ocupa, em geral, as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros plioleístocênicos. Esta formação ocorre nos terrenos quaternários, em geral situados pouco acima do nível do mar nas planícies formadas pelo assoreamento, devido à erosão existente nas serras costeiras e nas enseadas marítimas. Estende-se desde a Amazônia ao Nordeste, como também está presente no estado do Rio de Janeiro.

Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária): Esta floresta, também conhecida como Mata de Araucária, pois o pinheiro do Paraná (*Araucária angustifolia*) constituiu o andar superior da floresta, com sub-bosque bastante denso (Figura 10). Esse tipo de vegetação ocorria com maior frequência no Planalto

Meridional, contudo apresenta disjunções florísticas na Serra do Mar e da Mantiqueira, muito embora tenha se expandido bem ao norte (VELOSO, 1992). Apresenta quatro formações diferentes: Aluvial: em terraços antigos situados ao longo dos flúvios Submontana: de 50 até mais ou menos 400m de altitude; Montana: de 400 a mais ou menos 1000m de altitude e Alto-Montana: quando situadas a mais de 1000m de altitude.



Figura 10 – Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, situa-se a 1320 m de altitude no município de Campos do Jordão - SP (22°41' 26"S, 45°29' 47" O)

Floresta Estacional Semidecidual: apresenta estacionalidade climática, uma tropical com época de intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno. É constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas ou pelos e cujas folhas adultas são esclerofilas ou membranáceas decíduais.

Neste tipo de vegetação a porcentagem das árvores caducifólias, no conjunto florestal e não das espécies perdem folhas (20 a 50%). Nas áreas tropicais é composta por mesofanerófitos que revestem em geral solos areníticos distróficos. Nas encostas interioranas da Serra da Mantiqueira ocorre a Formação denominada - Floresta Estacional Semidecidual Submontana, acima de 500m de altitude a classificação passa a ser Floresta Estacional Montana (Figura 11).



Figura 11- Floresta Estacional Semidecidual a 332 m de altitude na Serra do Mar, no município de Ubatuba-SP (23°37'60" S, 45°11'56"O)

Savana (Cerrado): Denomina-se Savana, formações graminóides de planaltos em geral coberta por plantas lenhosas. Definida como uma vegetação de clima estacional (mais ou menos seis meses secos), podendo também ser encontrada em clima ombrófilo. Também conhecida como Cerrado, termo regionalista, reveste solos lixiviados aluminizados, apresentando sinusias de hemiptófitos, geófitos e fanerófitos oligotróficos (Figura 12). As áreas Campo-Cerrado, um dos subgrupos desse tipo de formação vegetal, caracterizam-se por apresentar uma fisionomia nanofanerófitica rala e outra hemiptofítica graminóide, sujeita ao fogo anual. Apesar de ser um importante e regular a vida na Terra, o Cerrado não está incluído entre os biomas de patrimônio nacional, só 5,5% da área total é considerado protegido.



Figura 12 – Remanescentes de vegetação de Cerrado a 644 m de altitude (23°27'50" S, 15°87'83" O), ao sul de São José dos Campos

Ao longo do litoral, bem como nas planícies fluviais, em terrenos instáveis cobertos de vegetação de primeira ocupação, terrenos rejuvenescidos por seguidas deposições de areias marinhas nas praias e restingas, encontra-se as seguintes comunidades pioneiras: **Vegetação com influência marinha** (restingas): comunidades vegetais que recebem influência direta do mar (Figura 13). **Vegetação com Influência Fluviomarinha:** (Manguezal e Campo Salino): comunidade microfanerofítica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, nos solos limosos, cresce uma vegetação adaptada à salinidade das águas (Figura 14).



Figura 13 - Vegetação adaptada ao ambiente arenoso, no município de Ubatuba-SP a 2,8 m de altitude (23°35'75"S, 44°86'13"O)



Figura 14- Estando a 6 m de altitude verifica-se uma vegetação adaptada ao mangue preservado do rio Fazenda, em Ubatuba-SP (23°35'54" S, 44°86'45"O)

4.3 Um enfoque da mudança climática sobre a biodiversidade, levando em conta o domínio fitogeográfico da Mata Atlântica

Assim como a água, a diversidade biológica também é um recurso estratégico, pois a vida contribui para que todo o sistema natural funcione. Essa diversidade corresponde à variabilidade de organismos vivos de todas as origens (RODRIGUES, 2003), e que possuem padrões de distribuição associados a diversos fatores ambientais como a temperatura, a topografia e a precipitação.

Colombo (2007) assinalou que o endemismo de determinado lugar tem histórico relacionado às mudanças climáticas, basta ver a Mata Atlântica que apesar de apresentar grande diversidade ao longo de toda a sua extensão, possui três centros de endemismo, sendo estes em Pernambuco, na Bahia e no Rio de Janeiro. Certos grupos de animais típicos de áreas de maior altitude mostram evidências claras de processos evolutivos de diferenciação promovidos pelo isolamento de suas populações. Ainda considera que em períodos quentes, as espécies de clima frio se dirigem aos topos de relevo, o que pode provocar o surgimento de novas espécies devido ao isolamento destes. Já em períodos “frios”, espécies buscam as áreas mais baixas do relevo, como ocorreu nas “serras” do Sudeste certas espécies (formigas, borboletas), são provenientes dos Andes e vieram em épocas mais frias no passado. Já na região Nordeste, cujo clima no passado era mais úmido espécies seriam provenientes da Amazônia, como exemplo o pássaro Saíra.

Na região do Vale do Paraíba - SP verificou-se grande porcentagem de pólen de Araucária em sedimentos (Eugênio de Melo / São José dos Campos – SP). No Holoceno (9.720 – 8.200 A.P), o clima local era úmido e frio. Entre 8.200 – 5.400 A.P o clima tornou-se mais quente e mais seco que o atual. Porém, entre 4.300 a 300 A.P não houve alterações climáticas em grande escala que pudessem refletir alterações marcantes na vegetação (D’ORAZIO, 2012). Na mesma região, estudos paleológicos e paleoecológicos em turfeiras indicaram a presença de araucária em Jacareí, concluindo que o clima se apresentava úmido e frio no passado (GARCIA; OLIVEIRA, 2004). Para Bertoldo (2014), dentre as formações florestais do Brasil, a Floresta Ombrófila Mista é considerada uma das mais sensíveis às variações climáticas. Para o autor, a ocorrência desse tipo de vegetação também indica que o clima era mais frio e mais úmido com chuvas bem distribuídas em certas regiões do Brasil.

No relato de seu estudo, Fioravanti (2003) comentou que analisando troncos de árvores constatou que as coníferas são mais restritas ao clima frio e por isso apresentam crescimento diferenciado devido a sua localização. As coníferas do norte da Bahia crescem menos de um milímetro por ano, isto é, sete vezes menos que aquelas que vivem ao Sul. O estudo ainda revelou que a elevação da temperatura favorece a perda de água e contém o crescimento dos tecidos vegetais, independente da absorção de CO₂.

O método de análise de anéis de troncos de árvores; informam com precisão as temperaturas e os ciclos climáticos dos últimos milhares de anos; estas informações estão relacionadas à atmosfera e à composição da chuva. Os discos ainda indicam a velocidade do crescimento em resposta à água e aos nutrientes frente a um determinado período de tempo (FIORAVANTI, 2013). O objetivo desse estudo tem sido a compreensão da variação do clima, da circulação da umidade na atmosfera e até mesmo o entendimento de como se comportaram os rios voadores ao longo dos séculos.

Embora atualmente a mudança climática seja o maior problema para a extinção de espécies, consideram-se importantes os efeitos da ocupação humana nas mudanças ao uso da terra, devido à pressão demográfica nas áreas urbanas e rurais, a fragmentação de habitats pelo avanço de espécies exóticas (COLOMBO, 2007).

Segundo relatório do IPCC (2014), caso seja mantido o ritmo de desmatamento, a destruição das florestas tropicais deverá lançar uma quantidade adicional de 87 a 130 bilhões de toneladas de carbono até 2100. Esse volume equivale a mais de uma década de emissões causadas por combustíveis fósseis. Só o desmatamento de florestas tropicais lançou na atmosfera cerca de 1,5 bilhão de toneladas de carbono durante a década de 90 (20% dos GEE). Desta forma, será necessário reduzir o desmatamento em pelo menos 50% até 2050 e manter essa taxa até 2100 para manter o volume de CO₂ na atmosfera em 450 ppm, pois acima desse limite o aquecimento ultrapassará o patamar de 2°C agravando o problema em escala global, como dito anteriormente.

No Brasil são esperadas mudanças profundas e variáveis no clima conforme a região do país que afetarão ecossistemas aquáticos e terrestres. Desta forma, a Amazônia, a Mata Atlântica, o Pantanal, a Caatinga, o Cerrado, Pampas e toda a costa do país, em suas sete zonas estuarinas e toda a plataforma continental será

afetada (PBMC, 2014). Segundo o relatório as Zonas Costeiras serão as mais vulneráveis devido ao aumento do nível do mar, ou seja, as restingas, a vegetação de dunas e os manguezais estarão seriamente comprometidos.

A situação só não é mais alarmante, pois as florestas ainda intactas podem estar colaborando a amortecer a taxa de aumento de CO₂ atmosférico, reduzindo os impactos de mudança climáticas globais. Segundo Assad e Pinto (2008), o conhecimento sobre o metabolismo da planta pode ajudar a mitigar os efeitos do aquecimento global, atuar na regeneração das florestas e no reestabelecimento dos ecossistemas. A mitigação nessas áreas envolve a regeneração da vegetação nativa ou mesmo a plantação de florestas em áreas onde se desenvolve a agricultura e a pecuária, entretanto, evitar o desmatamento é sem dúvida a melhor forma de mitigação.

No Brasil o principal esforço para a conservação da biodiversidade é resultante do projeto “Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade dos biomas brasileiros”, que além de considerar as áreas prioritárias para tal ainda criam estratégias que conduzam à utilização sustentável dos recursos e a repartição justa de benefícios da diversidade biológica brasileira. As prioridades foram baseadas no conhecimento e na avaliação de especialistas, porém não considerou os cenários futuros como o impacto e vulnerabilidade às mudanças climáticas. Assim, biodiversidade já está apresentando acentuadas alterações em resposta às mudanças climáticas (CANHOS et al., 2008).

A taxa de extinção chegaria a 20% para 1103 espécies de diferentes classes (cenário otimista-15%; cenário pessimista-35%). Considerando as potenciais consequências das mudanças climáticas, a floresta Amazônica sofreria rápida fragmentação, pois com a redução da evapotranspiração ocorreriam maiores incidências de queimadas, como esta vegetação não é adaptada ao fogo, árvores de casca fina tende a morrer se tornarem importantes fontes de emissão de CO₂. Mantidas as taxas de emissões de gases do Efeito Estufa a partir de 2050, a floresta do centro da Amazônia poderia dar lugar a uma vegetação típica de Cerrado, ao passo que as atuais áreas cobertas por Cerrado no Brasil também estariam vulneráveis. O estudo mostra uma perda territorial maior de 50% para todas as espécies analisadas nos dois cenários (CANHOS et al., 2008).

Dependendo do cenário futuro de aquecimento global (alta ou baixa emissão) dos gases do Efeito Estufa, tais valores podem oscilar entre 5 e 20% de precipitação

e 1 a 5°C de aumento da temperatura do ar. A partir da metade e final do século XXI haverá extremos de seca e estiagens prolongadas na Amazônia, no Cerrado e na Caatinga (PBMC, 2014). O aumento da precipitação será significativo na região sul e sudeste, o que corresponde a Mata Atlântica e aos Pampas, segundo as projeções futuras a partir de modelos regionais do clima (Figuras 15,16,17 e 18).

Estima-se que em 2050, 18 a 56% das espécies não terão áreas habitáveis até 2050. Entre 91 a 123 espécies terão áreas diminuídas em 90%, já que diferentes espécies possuem necessidades ecológicas e diferentes formas de adaptação a alterações ambientais. Nessa premissa corredores ecológicos serão fundamentais para garantir a conectividade entre fragmentos isolados, permitindo a migração e colaborando para menor isolamento das espécies que estão e estarão em risco de extinção (COLOMBO, 2007; CANHOS et al., 2008).

A Mata Atlântica (BRASIL, 2006), estoca grande quantidade de CO₂ em seus solos, principalmente em maiores altitudes, com o aumento de temperatura na região Sudeste do Brasil os processos de decomposição se elevarão gerando maiores perdas de CO₂ e Nitrogênio para a atmosfera. É também estoque de carbono os campos sulinos e os Cerrados, esse último vulnerável ao fogo em época de estação seca (PBMC, 2014).

Cada fitofisionomia possui uma sensibilidade diferente frente às mudanças do clima, assim o quadro de aumento das médias de temperatura e redução da precipitação apontam para um impacto maior para as fitofisionomias dependentes de umidade, ou seja, para os domínios de floresta ombrófila (PNA, 2015). O impacto sobre os mesmos podem aumentar a evapotranspiração, exacerbando as condições de seca para algumas espécies, acarretando incidência de incêndios e a mortalidade de plantas.

Segundo as projeções climáticas para a Mata Atlântica existente na região Sudeste do país, admite-se que haverá um aumento aproximado de 1,5°C até a metade desse século, podendo ainda aumentar para o fim do século em aproximadamente 3°C. Analisando a sua vulnerabilidade em relação ao aumento da temperatura, espera-se uma redução em áreas dominadas por Florestas Ombrófilas; todavia é esperada a expansão para as áreas de Floresta Ombrófila Mista enquanto para os mangues projeta-se sua penetração para o interior do continente e a expansão para o sul (PNA, 2015). Porém, ainda existe certa complexidade das florestas tropicais em resposta as mudanças climáticas, onde múltiplas variáveis

estão envolvidas na distribuição do padrão familiar. A propriedade climática poderá resultar em adaptações fisiológicas ou mesmo contribuir para a interação e a concorrência com outras famílias (PUNYASENA et al., 2008).

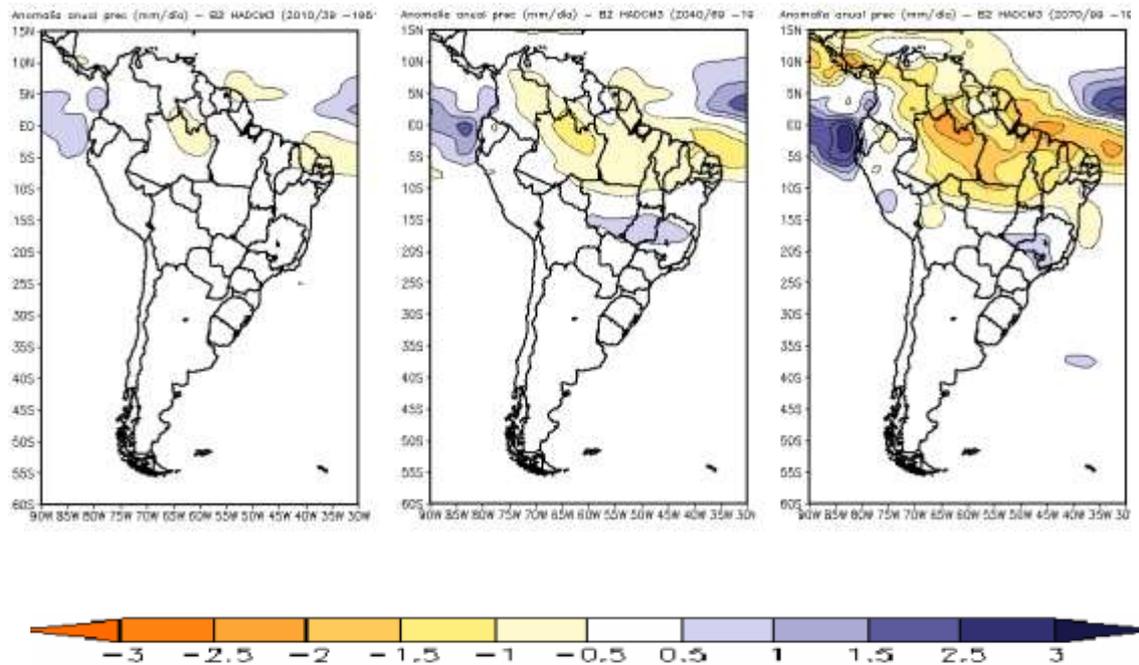


Figura 15- Projeção de precipitação Cenário: B2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido)
Fonte: Cptec - Inpe, 2014

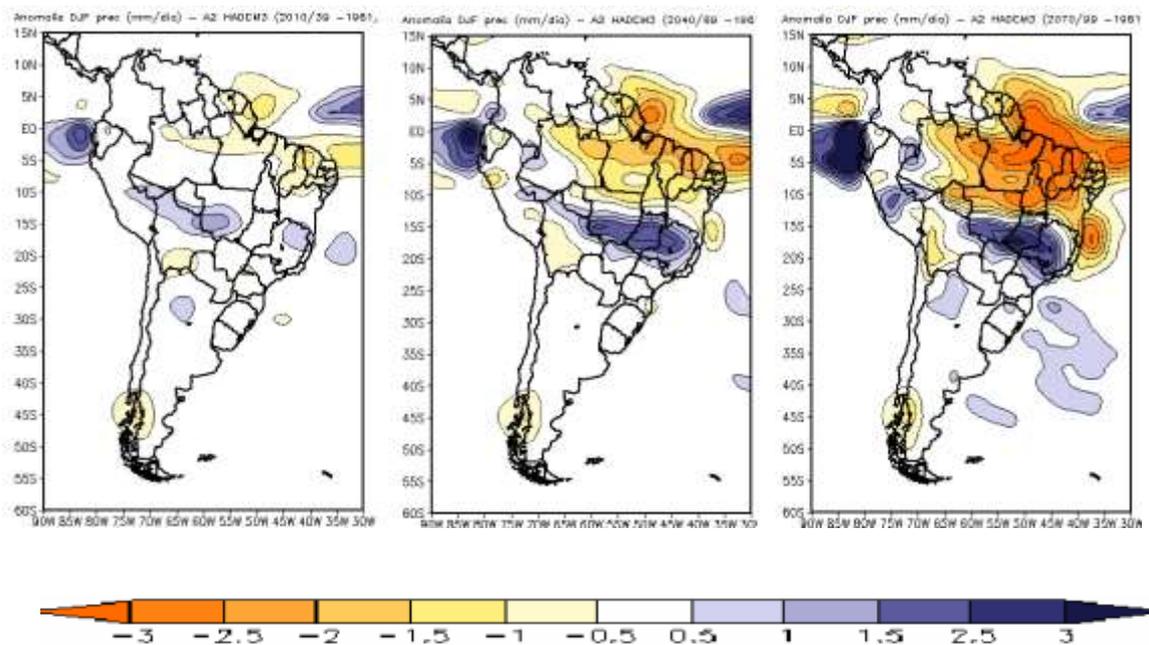


Figura 16 - Projeção de precipitação Cenário: A2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido)
Fonte: Cptec - Inpe, 2014

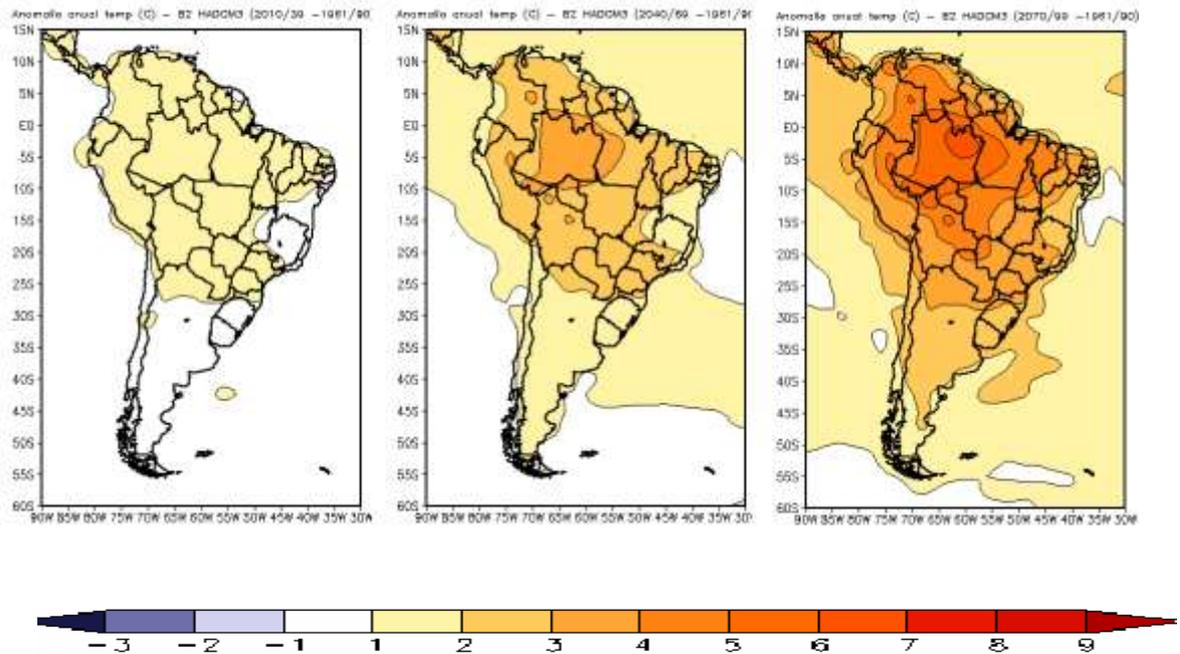


Figura 17 - Projeção de temperatura Cenário: B2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido)
Fonte: Cptec - Inpe, 2014

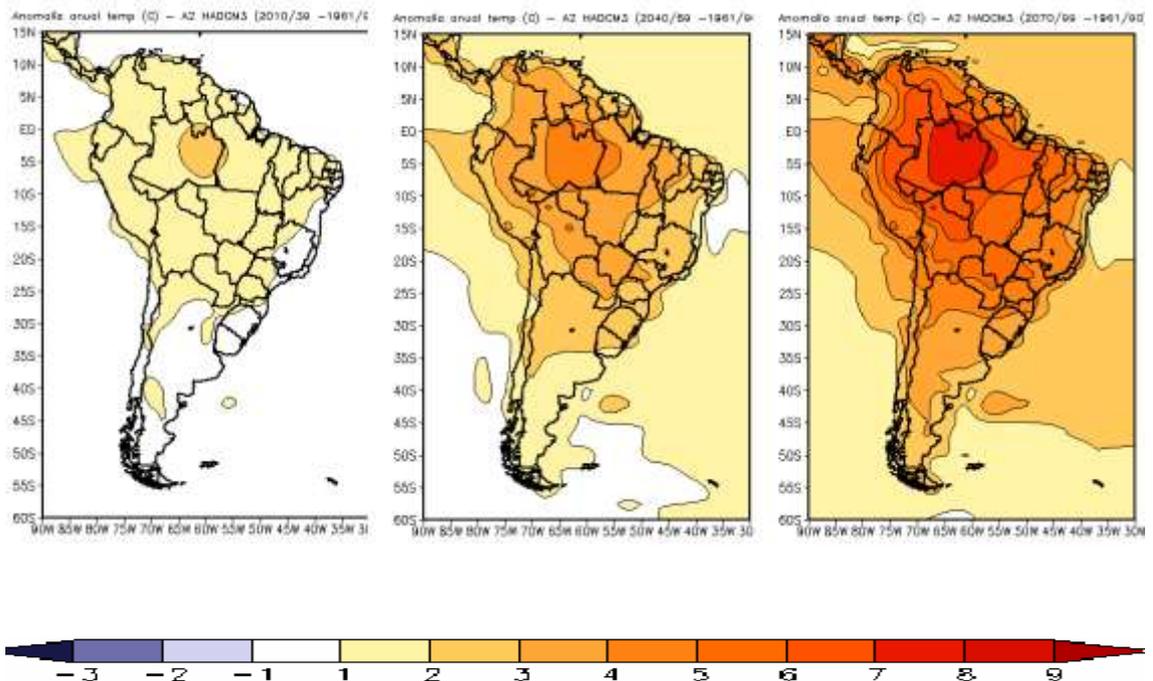


Figura 18 - Projeção de temperatura Cenário: A2- (2010-2039/ 2040-2049/2070-2099) Modelo Climático: HadCM3 (Reino Unido)
Fonte: Cptec - Inpe, 2014

Ao serem analisadas as variáveis climáticas de temperatura do ar e de precipitação em 159 famílias de plantas tropicais, inclusive da Mata Atlântica,

certificou-se que as mesmas exibem preferências climáticas claras, podendo ser significativa para a distribuição espacial e para a riqueza em espécies. A abundância e a riqueza das famílias dependem em alguns casos mais de uma variável climática que de outra, porém na maior parte parecem ser mais influenciadas pela temperatura que pela precipitação, mas sem descartar outras variáveis ambientais, como exemplo o solo (PUNYASENA et al., 2008). Famílias desiguais em habitats semelhantes podem possuir preferências por diferentes aspectos climáticos. Bons exemplos são a Fabaceae que se tornam abundantes em temperaturas elevadas e alta precipitação enquanto a Bignoniaceae são propícias a ambientes mais secos (PUNYASENA et al., 2008).

De forma geral, a temperatura domina para a abundância ao passo que a precipitação exerce maior influência sobre a riqueza de espécies. Contradiz algumas famílias que respondem bem as temperaturas mais baixas tornando-se mais abundantes na organização espacial, como é o caso da Rubiaceae e da Melastomataceae, entretanto para a família Asteraceae a resposta foi maior para a riqueza de espécies. A família que melhor respondem à variável precipitação é a Arecaceae, tornando-se abundante em florestas úmidas. O estudo sugere que o efeito da precipitação é maior para a abundância que para a riqueza dessa família (PUNYASENA et al., 2008).

Estudo realizado por Colombo (2007), aponta que o aumento da temperatura poderá favorecer o deslocamento de diferentes espécies arbóreas da Mata Atlântica, principalmente mais ao sul, ou mesmo a diminuição em suas áreas de ocorrência.

Das 38 espécies de árvores da Mata Atlântica estudadas, avaliadas tanto no cenário pessimista (aumento de 3 a 4°C), como no cenário otimista (1 a 2,5°C), reconheceu-se que haverá uma redução potencial em suas áreas de ocorrência. Merece destaque a espécie *Ecclinusa ramiflora* que ocupam 77% da área de estudo, que poderá sofrer forte redução nos dois cenários, sendo 54% no otimista e 67% no pessimista. Para a espécie *Euterpe edulis* (espécie endêmica do Sul e Sudeste do país), embora as mesmas ocupem 20% da área estudada apresentarão uma redução de 16% no cenário otimista e 59% no cenário pessimista (COLOMBO, 2007).

Ainda que no cenário otimista sua presença seja pouco reduzida poderá ocasionar um prejuízo à biodiversidade brasileira, considerando que esse tipo de palmeira possui grande importância ecológica pois assegura o habitat e a

alimentação para diversos animais; econômica - sendo um dos mais importantes produtos explorados nesse meio (frutos, palmito, folhas e fibra), embora muitas vezes não ocorra de forma sustentável (OLIVEIRA et al., 2014).

Vale salientar que dentre essas 38 espécies de árvores estudadas da Mata Atlântica, a única que apresentou resultado positivo no cenário otimista foi a *Chrysophyllum flexuosum*. Essa espécie apresentou um aumento de 8% em relação à área ocupada atualmente (31% da área de abrangência da Mata Atlântica – indo da costa ao interior dos estados do sul do país), o que é relativamente importante. Entretanto ao ser projetado para o cenário pessimista comportou-se como todas as outras espécies, podendo ter a sua área reduzida em 31% (COLOMBO, 2007).

Segundo Colombo (2007), de forma geral conclui-se que haverá uma redução aproximada de 25% na área de ocorrência potencial das espécies, enquanto para o cenário pessimista a redução poderá ser de aproximadamente 50%. Espécies como *Euterpe edulis*, *Jacaranda puberula*, *Mollinedia schottiana*, *Virola bicuhyba*, *Ingá sessilis*, *Ecclinusa ramiflora* e *Vochysia magnifica* são as que poderão ser mais prejudicadas com os efeitos do aumento da temperatura global.

Considera-se que as árvores independente da sua espécie exercem fator decisivo na dinâmica do planeta. A remoção das floresta podem ser capazes de aniquilar não só o desenvolvimento agrícola, mas também afetar diretamente a produção energética, industrial e a vida dos animais – inclusive à do próprio homem. Desta forma, conhecer sobre o metabolismo da planta poderá ajudar a mitigar os efeitos do aquecimento global, atuar na regeneração das florestas e no reestabelecimento dos ecossistemas brasileiros, afirma Colombo (2007).

4.4 Influência do domínio fitogeográfico da Mata Atlântica sobre a região do Vale do Paraíba e adjacências

Através dos tempos, a paisagem natural do Vale do Paraíba passou por grandes alterações, produzindo perdas irreparáveis à biodiversidade regional. Devido as atividades antrópicas, sobretudo da agricultura, da pecuária, da industrialização e conseqüentemente a intensa urbanização, muitos ecossistemas foram impactados de tal forma que não são mais passíveis de serem recuperados (TOLEDO, 2007).

Atualmente essa região apresenta inúmeros fragmentos de diferentes tipos de vegetação (TOLEDO, 2007), mas que muitas vezes se encontram isolados não cumprindo a função de habitat (FERREIRA; FISCH, 2007).

Basicamente são quatro tipos de ecossistemas da Mata Atlântica aí situados, sendo a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e os Campos de altitude. Na região é possível encontrar remanescentes de FOD preservado em fragmentos isolados e em florestas contínuas, onde se presencia bromélias, orquídeas, cipós e outras epífitas, como também se desenvolvem os musgos e líquens. A altitude e a posição topográfica são fatores chave na estrutura e na composição de espécies, juntamente com a chuva abundante e a neblina frequente mesmo em períodos secos (FERREIRA; FISCH, 2007).

No interior, sombreadas pelas serras, encontra-se a Floresta Estacional que se desenvolve sobre solos variados e sujeita a um clima com dupla estacionalidade, época com chuva e outras de estiagem. No entanto, presencia-se também o cerrado, os campos de várzea e as matas ciliares, embora estejam alguns desses ecossistemas completamente descaracterizados (FERREIRA; FISCH, 2007).

Mesmo ocorrendo nas serras circundantes ao Vale do Paraíba, a Floresta Ombrófila Mista e os Campos de altitude fazem parte desse cenário, possibilitando à região uma flora bastante diversificada. Na serra da Mantiqueira, sobretudo, a FOM encontra-se mais bem conservada em comparação ao restante do país, graças a sua proteção em Unidades de Conservação. São essas Unidades de Conservação e a criação dos hortos municipais que garantem a proteção de mananciais (FERREIRA; FISCH, 2007).

Bom exemplo nas adjacências tem sido o município de Extrema-MG, o primeiro do país a realizar Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), isto é, apoio financeiro aos proprietários rurais que aderem a projetos de conservação aos mananciais. Em poucos anos, esse município passou a adotar práticas conservacionistas ao uso solo, aumentando a sua cobertura vegetal o que possibilitou diminuir os impactos da erosão (ZOLIN et al., 2011).

Essa medida é considerada de suma importância já que a área possui mananciais que ajudam a abastecer o Sistema Cantareira-SP, responsável por fornecer água para a região metropolitana de São Paulo, cuja população chega a 8,8 milhões de habitantes (ZOLIN et al., 2011).

Nos anos de 2014 e 2015 o Sistema Cantareira enfrentou a pior seca dos últimos tempos, resultado do déficit de chuva que afetou a região desde 2010 e do aumento da temperatura. Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, a região Sudeste apresentou temperaturas de 1 a 2°C superior a média entre os anos 1961 a 1990 (MOURA et al., 2015). Como se não bastasse, à região também enfrenta desde a década de 1960, o crescimento desordenado em áreas de mananciais. São loteamentos de comunidades mais pobres e outros de alto padrão que avançam sobre áreas protegidas (Unidades de Conservação e Parques), que garantem os fluxos biológicos na Mata Atlântica aí situada (MELLO-THERY; CORREIA, 2009).

Estudos do Consórcio Piracicaba, Capivari e Jundiaí - PCJ (2013) apontam o crescimento e expansão demográfica para os próximos trinta anos, sendo necessária uma demanda ainda maior de água. Será de fundamental importância garantir o abastecimento público e industrial, fazendo necessário a recuperação da área florestada dos municípios nessa Bacia de drenagem, à exemplo de Extrema-MG.

Não diferente pode ocorrer na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, pois segundo o IPCC (2014) haverá uma redução hídrica em todas as bacias de drenagem segundo o cenário de projeções climáticas. Se isso de fato ocorrer, a região do Vale do Paraíba e suas adjacências estarão seriamente comprometidas, basta ver que trata-se de uma área extremamente industrial e de elevada densidade demográfica. As águas do rio Paraíba abastecem cerca de 15 milhões de pessoas entre três estados: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais e ainda contribuem para a geração da riqueza, colaborando em 10% do PIB brasileiro. Além das mudanças climáticas que tem afetado em parte as águas do rio Paraíba do Sul, estudos apontam para o uso descontrolado no abastecimento público, na geração de energia e nos desvios dos seus afluentes para irrigação agrícola o que tem permitido a diminuição de sua vazão (MARENGO; ALVES, 2005).

Santos (2014), ao comparar a precipitação com o consumo de água futuros para o município de Taubaté-SP, verificou que haverá um aumento de 17% da precipitação em contrapartida de 215% no consumo de água decorrente do aumento projetado da população para esse século. Apesar de haver um aumento significativo da precipitação o aumento da temperatura propiciará aumento da evapotranspiração, o que conseqüentemente ocasionará um déficit hídrico. Ao projetar o aumento da população e conseqüentemente o aumento do consumo

desse recurso, o mesmo sugere que futuramente poderá haver um cenário de escassez e de racionamento.

4.5 Considerações sobre as palmeiras (Arecaceae) como bioindicadores decorrentes das mudanças do clima

As palmeiras correspondem as espécies que melhor simbolizam as mudanças climáticas, uma vez que respondem rapidamente diante do aumento da temperatura do ar e das alterações no regime de precipitação (WALTHER; BERGER, 2003). Diante disso, as mesmas tem dado respostas diante às alterações das variáveis climáticas, podendo estarem ainda mais vulneráveis futuramente.

Em diversas regiões do mundo já são percebidas evidências de palmeiras além do seu limite da área de ocorrência embora estas se encontrem mais em regiões tropicais e menos prominentes nas regiões temperadas. Nos últimos anos vem aumentando seu destaque além de seu limite latitudinal, e um bom exemplo é a palmeira *Trachycarpus fortunei* que passou a propagar-se desde 1950 pela encosta das florestas ao sul dos Alpes e da Suíça, também ao norte da Itália, mas sendo originária do sudeste da Ásia (WALTHER; BERGER, 2003; WALTHER et al., 2007).

Levando em conta a análise de dados meteorológicos, percebeu-se que houve um aumento da temperatura média para o mês de janeiro com o acompanhamento de invernos menos rigorosos sobretudo no final do século passado, fato que favoreceu a migração dessas espécies de palmeiras ao norte, onde passaram a encontrar as condições ideais para se desenvolverem em competição com a vegetação nativa. Todavia, outras espécies de plantas também foram encontradas na Europa (*Ilex aquifolium*, *Prunus laurocerasus* e *Laurus nobilis*) onde no passado não eram notadas, indicando que futuramente certas espécies poderão ser ainda mais evidentes em consequência do aumento da temperatura do ar (WALTHER; BERGER, 2003; WALTHER, et al., 2007).

A altitude atua como fator limitador para a distribuição de espécies de palmeiras ao longo do gradiente e a mesma pode alterar a estrutura ontogenética das populações, à exemplo das espécies *G. schottiana* e *S. romanzoffiana*, que só foram encontradas em determinados estratos florestais (FOD Montana), na Serra do Mar em Ubatuba-SP. Outras porém, como a *Euterpe edulis* e a *Geonoma gamiova* foram identificadas em todas as fitosionomias nessa localidade. De forma geral, as

maiores diversidade de palmeiras estão localizadas na FOD Submontana e em menor proporção na FOD Montana, já que as mesmas não são muito adaptadas ao ambiente mais frio (OLIVEIRA et al., 2014).

Contudo Saraiva (2010), argumenta que a topografia é um fator influenciador para a heterogeneidade ambiental na floresta, não sendo necessariamente delimitador para a ocorrência de palmeiras. Elas também se adaptam em condições específicas de solos que se diferem devido à acidez, qualidade nutricional e a drenagem (WIDYATMOKO et al., 2016).

Estudo realizado em áreas elevadas entre os trópicos identificou que diferentes espécies pertencentes a vários grupos taxonômicos, estão se deslocando para as altitudes mais elevadas ao passo que as espécies de baixa altitude estão propensas ao aumento da temperatura do ar e a perda d'água por evaporação (LAURANCE et al., 2011).

Sabe-se que a zona inferior contribui para a ocorrência de uma maior diversidade de espécies, entretanto são nas áreas mais elevadas em que se encontram uma maior proporção de espécies endêmicas (PUNYASENA et al., 2008; LAURANCE et al., 2011). Em um cenário de intensa mudança climática as espécies de altitude estarão mais propensas à extinção, por se tratarem de áreas menores. Em demasia com as temperaturas mais elevadas a biota das montanhas e serras ficará mais exposta à ação de competidores e predadores que também migram para as regiões mais elevadas, podendo provocar uma maior perda de habitat (LAURANCE et al., 2011).

As palmeiras também não estão distribuídas uniformemente em toda a sua área de ocorrência, havendo espécies que ocupam áreas mais amplas que outras. No estado de São Paulo, por exemplo, espécies de pequeno porte como são os casos da *Lytocaryum hoehnei* e da *Bactris hatschbachii* encontram-se em uma faixa de transição mais estreita, enquanto as espécies *Syagrus romanzoffiana* e a *Mauritia flexuosa* possuem áreas mais amplas, o que as tornam menos vulneráveis que a que estão em área mais estreitas. O conhecimento sobre a localização das palmeiras nos ambientes atuais pode ajudar a entender como as mesmas estarão dispostas futuramente diante das mudanças climáticas, à fim de planejar ações de restauração e melhor explorar os seus recursos (FISCH et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização da área de estudo

A área em estudo (figura 19) corresponde aos municípios de Ubatuba Taubaté e Campos do Jordão, localizados no estado de São Paulo; e o município de Extrema localizado ao sul do estado de Minas Gerais. Estes estados situam-se na região Sudeste do Brasil, que juntos aos estados de Espírito Santo e Rio de Janeiro, possuem uma superfície de 924.511 km², onde estão presentes as principais metrópoles e o maior parque industrial do país (IBGE, 2012).

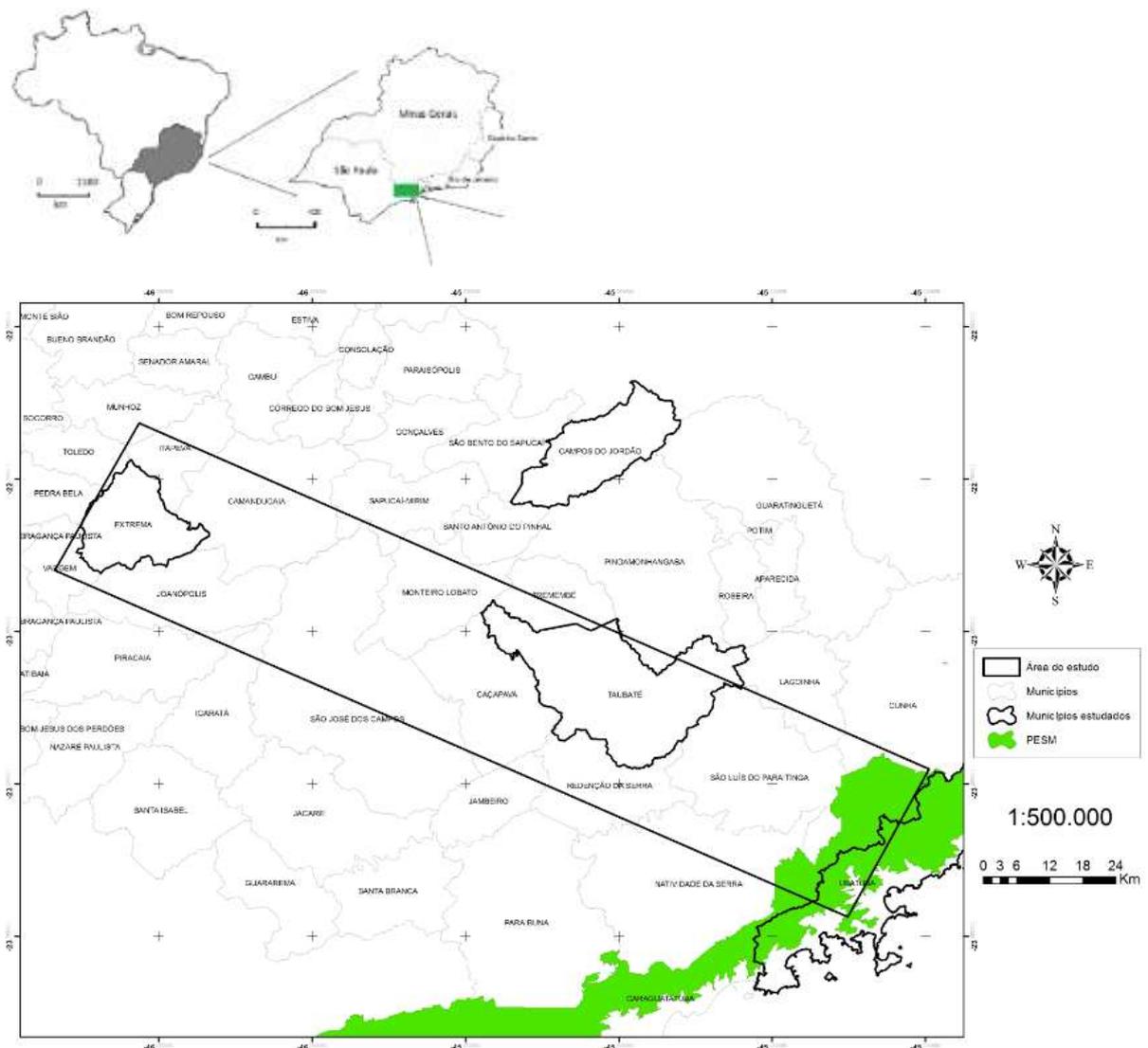


Figura 19 – Localização da área de estudo
Fonte: IBGE/ IF e Programa BIOTA/FAPESP

Nesse contexto, essa mesma área está em parte, localizada no espaço geográfico denominado complexo metropolitano expandido, compreendido da conurbação entre os centros metropolitanos localizados no entorno de São Paulo, abrangendo a região do Vale do Paraíba, as regiões metropolitanas de Campinas, Baixada Santista e do processo de conurbação entre Sorocaba, Piracicaba e Jundiaí (EMPLASA, 2011). Apesar dessa região se apresentar intensamente transformada, os principais elementos naturais que caracterizam as paisagens são as formas de relevo denominadas “mares de morros” e os remanescentes de mata tropical, conhecida como Mata Atlântica e a Mantiqueira.

5.2 Caracterização da área de estudo

A área de estudo (Figura 20) apresenta aspectos físicos diferenciados, quanto aos fatores geológicos, climáticos, topográficos e fitogeográficos. Na planície litorânea onde se localiza parte do município de Ubatuba-SP (23° 25'55.47''S e 45° 4'58 08''O), por exemplo, o clima é tropical úmido, cuja pluviosidade anual está em torno de 2400 mm e temperatura média de 24°C, sendo Af segundo a classificação de Köppen. Formam-se nessas áreas de baixa altitude, os mangues, as planícies marinhas, os terraços marinhos, os cordões arenosos, os campos de dunas e as planícies fluvio lacustre marinha, caracterizada desta forma por ser um ambiente extremamente frágil, conforme analisa Machado (2009). A proximidade dessa planície à Serra do Mar propicia a existência da Mata Atlântica, graças a influência das massas de ar e vapor d'água que ao encontrarem obstáculos nas escarpas se condensam e precipitam-se, possibilitando à floresta a umidade necessária para o seu desenvolvimento.

Todavia, a região do Vale do Paraíba, onde se situa o município de Taubaté-SP (23°03'39" S e 45°37'30" O), ter-se-ia originado por um sistema de falhas normais que afetaram as rochas proterozóicas, durante o terciário Superior. A fossa tectônica por onde corre o rio Paraíba do Sul, parcialmente preenchida por sedimentos lacustres do Terciário Superior, apresenta folhelhos pirobetuminosos cobertos por arenitos argilosos com lentes de argilas mal estratificadas. Nos folhelhos ocorrem fósseis de peixes, tartarugas, penas de aves e vários crustáceos (LEINZ; AMARAL, 1975).

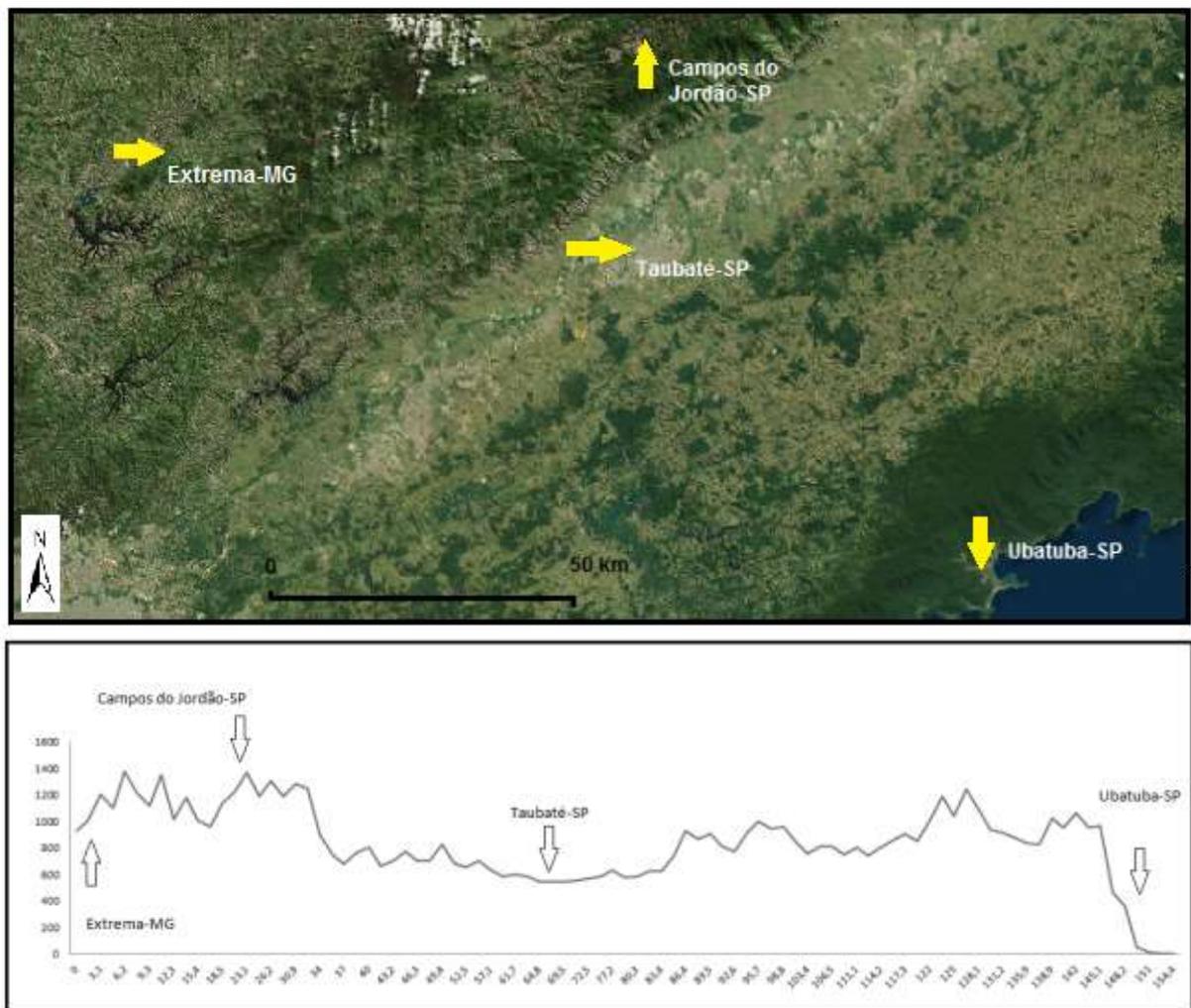


Figura 20 – Representação do relevo da área em estudo

Fonte: Adaptado de: http://maps.esri.com/AGSFlex_Demos/FlexViewer21_viewitLive/index.html?conf=cfg-ElevationProfile.xml

Em Taubaté-SP, o clima se apresenta com temperaturas moderadas, sendo o verão quente e chuvoso – Cwa, cuja temperatura média anual encontra-se ao redor de 20°C e pluviosidade aproximada de 1350 mm (ALVARES et al., 2014). Fisch e Folhes (2006), enfatizam que as chuvas mais significativas iniciam-se em setembro de cada ano e se estendem até o início de abril do ano seguinte, sendo no verão em torno de 44% do total da precipitação e apenas 7% ocorrente no inverno.

Nas altitudes elevadas da Serra da Mantiqueira, localizam-se os municípios de Campos do Jordão-SP (22°44'21"S e 45°35'29"O, 1628 m de altitude), e de Extrema-MG (22°51'16" S e 46°19' 57" O, 973 m). Além da influência da latitude, a topografia também define o clima da região, compreendida por verões suaves, mornos, amenos ou levemente frios, existindo estação seca no inverno e por isso sendo considerada como Cwb segundo a

classificação climática Köeppen. Nessa localidade a precipitação anual está entre 1100 a 2000 mm e temperatura média anual 15° a 18°C, sujeita a geadas severas e frequentes (ALVARES et al., 2014).

Tanto a Serra da Mantiqueira como a do Mar originaram-se de movimentos tectônicos que permitiram os dobramentos e as falhas. Resultantes de dobramento do escudo cristalino brasileiro e por falhamentos que ocorreram a 70 milhões de anos e que elevaram o relevo, vindo o processo intempérico posteriormente a modelá-lo (LEINZ; AMARAL, 1975). Na região da Mantiqueira, rochas de granito e metamórficas indicam a formação geológica. As rochas metamórficas antigas quando desgastadas, faz aflorar as rochas rígidas de granito, trazendo à tona a sua recente chegada.

5.3 Análise de cenários futuros

Para a análise do cenário climático futuro utilizou-se dados diários de temperatura do ar e de precipitação obtidos pelo modelo ETA/HadCM3 entre os anos de 1961-2099, que foram fornecidos pelo CPTEC/INPE.

Em resumo, esse modelo foi desenvolvido para obter informações climáticas regionais para compreensão do clima, inclusive em possíveis cenários climáticos futuros e passados. Mostra-se também de fácil uso, pois pode ser integrado em qualquer computador, o que colabora para o desenvolvimento da pesquisa científica.

A compreensão das mudanças climáticas nesta área dependeu de análises de simulação climática das médias anuais de temperatura do ar e de precipitação desse modelo para o cenário A1B do IPCC, que representa um cenário intermediário, pois sugere um mundo com rápido crescimento econômico acompanhado por desenvolvimento tecnológico. Estima-se um menor crescimento populacional, porém os indivíduos ainda procurarão enriquecer-se em detrimento da qualidade ambiental. Embora não sejam diretamente comparáveis, o cenário A1B equivale ao RCP 4.5 do IPCC AR5, representando um futuro onde estabilização dos gases do efeito estufa ocorrerão antes de 2100, conseqüentemente a temperatura do ar estaria sujeita a um aumento entre 1,1 a 2,6°C.

A resolução espacial desse modelo climático foi de 20 x 20 km, de forma que aumentou a possibilidade de ter com maior exatidão as variáveis de temperatura do ar e da precipitação.

5.4 Comunidade de palmeiras (Arecaceae) na transecção Ubatuba-SP à Extrema-MG

O levantamento da comunidade de palmeiras para a região em estudo foi feito por meio da pesquisa bibliográfica em estudos florísticos e fitossociológicos, publicados tanto na forma de artigos, dissertações ou teses. Considerou-se para cada local de estudo os levantamentos botânicos realizados na região como nas áreas adjacentes. A partir dessa informação, compilada no Anexo 1, gerou-se uma tabela com as espécies de palmeiras ocorrentes em cada município. Com essa tabela foi possível fazer comparações entre os elementos do clima de cada local e a ocorrência de palmeiras.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Comparação entre os dados de simulação climática passado e futuro – elemento climático temperatura do ar

a) ciclo sazonal

Inicialmente analisou-se o valor médio da temperatura do ar na escala de tempo mensal, calculando-se o valor médio para o intervalo de tempo de cada município. As Figuras 21 a 32 consistem nos valores médios mensais de temperatura do ar apresentados em diferentes períodos para os municípios de Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão-SP e Extrema-MG.

O valor médio anual de temperatura para Ubatuba-SP, consiste em 20,6°C para o intervalo de tempo passado, para o intervalo de tempo 2011-2040 corresponde a 21,9°C, 2041-2070 como sendo de 22,8°C e ainda para o intervalo de tempo 2071-2099 como sendo de 23,7°C (Figura 21). Desta forma, se verifica uma diferença que varia entre 1,3 e 3,1°C entre os dados do passado e os do intervalo de tempo 2071-2099.

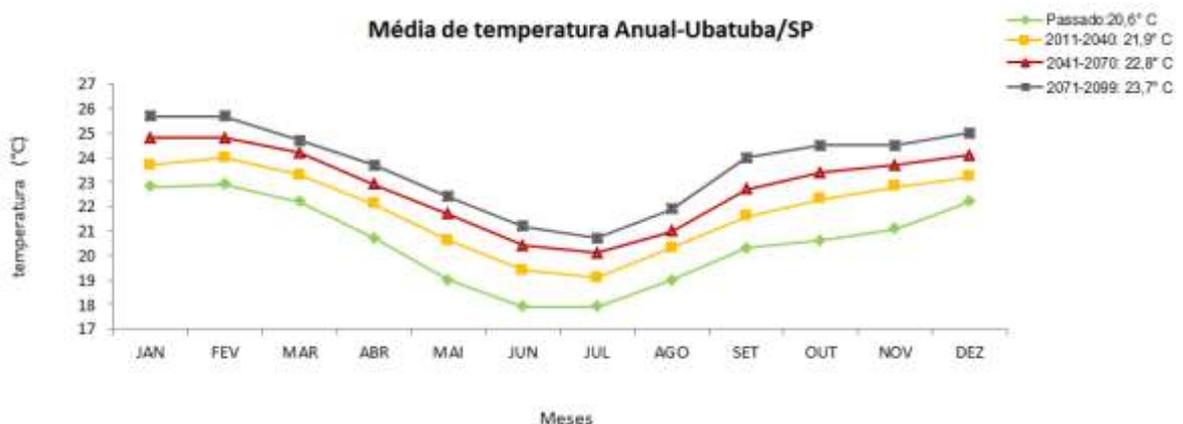


Figura 21 – Ciclo Anual da temperatura para diferentes intervalos de tempo no município de Ubatuba-SP.

Verifica-se um aumento do valor médio da temperatura desde o passado até o final do século para o município de Taubaté-SP (Figura 22), sendo o valor médio anual para o intervalo de 2011-2040 como sendo de 20,3°C; para o intervalo de 2041-2070 como sendo de 21,4°C e para o intervalo de 2071-2099 como sendo de 22,4°C. Portanto, tem-se uma diferença entre 1,5 a 3,6°C entre os dados do passado e futuro (2071-2099), confirmando-se desta forma, resultados encontrados

por Horikoshi e Fisch (2007), como também por Santos (2014) para o município de Taubaté-SP.

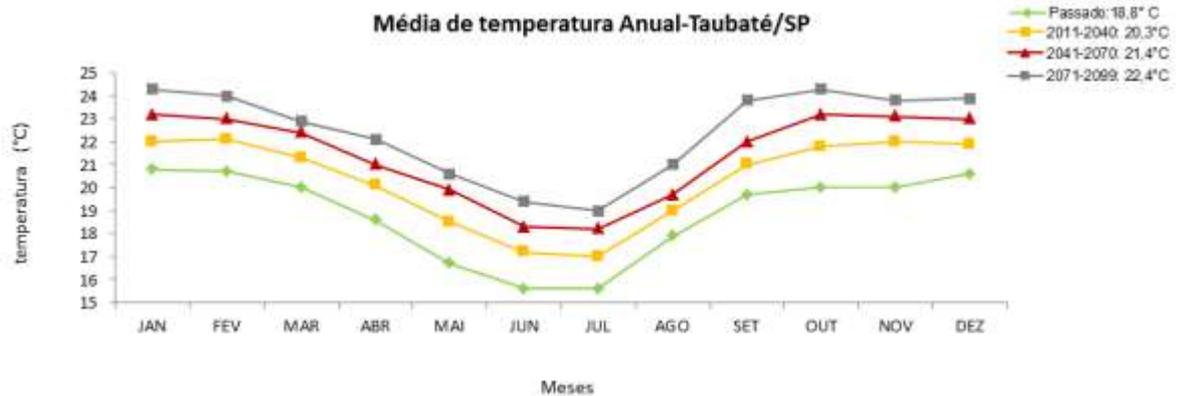


Figura 22 – Ciclo Anual da temperatura do ar para diferentes intervalos de tempo no município de Taubaté-SP.

Em Campos do Jordão-SP, também se verifica uma diferença de 1,6 e 3,7°C entre os dados do passado e os do intervalo de tempo 2071-2099, apresentando o valor médio anual de temperatura como sendo de 18,2°C para o intervalo de tempo 2011-2040; para o intervalo de tempo 2041-2070 como sendo de 19,2°C e ainda para o intervalo de tempo 2071-2099 como sendo de 20,3°C (Figura 23).

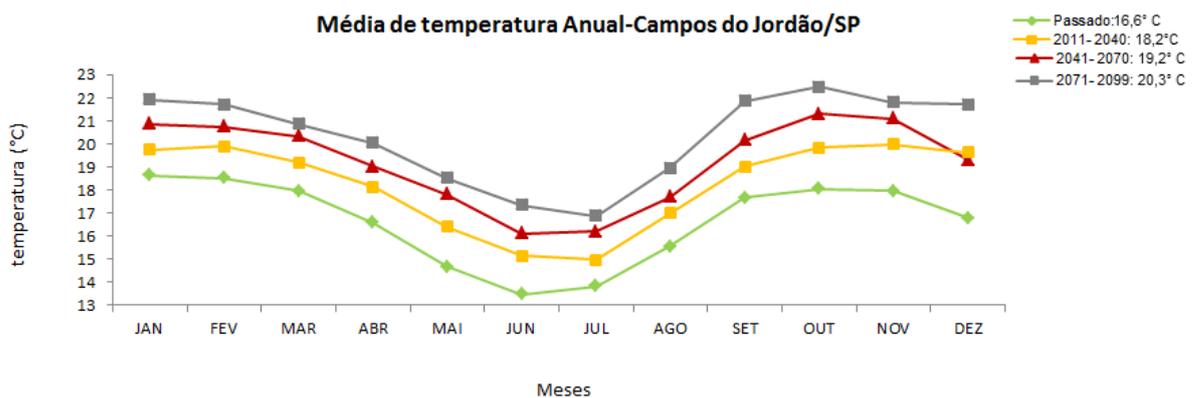


Figura 23 – Ciclo Anual da temperatura do ar para diferentes intervalos de tempo no município de Campos do Jordão-SP.

Para o município de Extrema-MG, também se verifica uma diferença de 1,5 a 3,6°C entre os dados do passado e os do intervalo de tempo 2071-2099, apresentando o valor médio anual de temperatura como sendo de 19,8°C para o intervalo de tempo 2011-2040; para o intervalo de tempo 2041-2070 como sendo de

20,9°C e ainda para o intervalo de tempo 2071-2099 como sendo de 21,9°C (Figura 24).

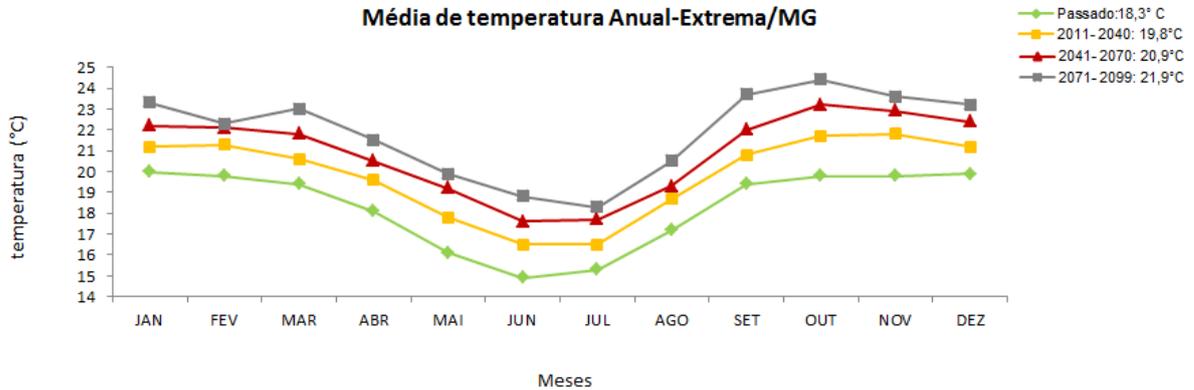


Figura 24 – Ciclo Anual da temperatura do ar para diferentes intervalos de tempo no município de Extrema- MG.

b) ciclo intrasazonal

Como forma de detalhar as variações na escala de tempo intrasazonal, analisou-se o comportamento da temperatura do ar para os meses de janeiro e julho, que representam meses característicos das estações de verão e inverno, respectivamente.

Verifica-se para Ubatuba-SP, um aumento do valor médio de temperatura para janeiro, desde o intervalo do passado até o final do século. Os dados do passado (1961-1990) apresentam valor médio de 22,8°C; enquanto para o intervalo de tempo 2011-2040 corresponde a 23,7°C; para o intervalo 2041-2070 como sendo de 24,8°C e para o intervalo de tempo 2071-99 como sendo de 25,7°C (Figura 25). Em julho, todavia, a temperatura continua subindo. Para esse mês, admite-se como dados do passado (1961-1990), sendo o valor médio de 17,9°C; enquanto para os intervalos de tempo 2011-2040 como sendo de 19,1°C; para o intervalo de 2041-2070 como sendo de 20,1°C e para o intervalo de 2071-2099 sendo de 20,7°C (Figura 26).

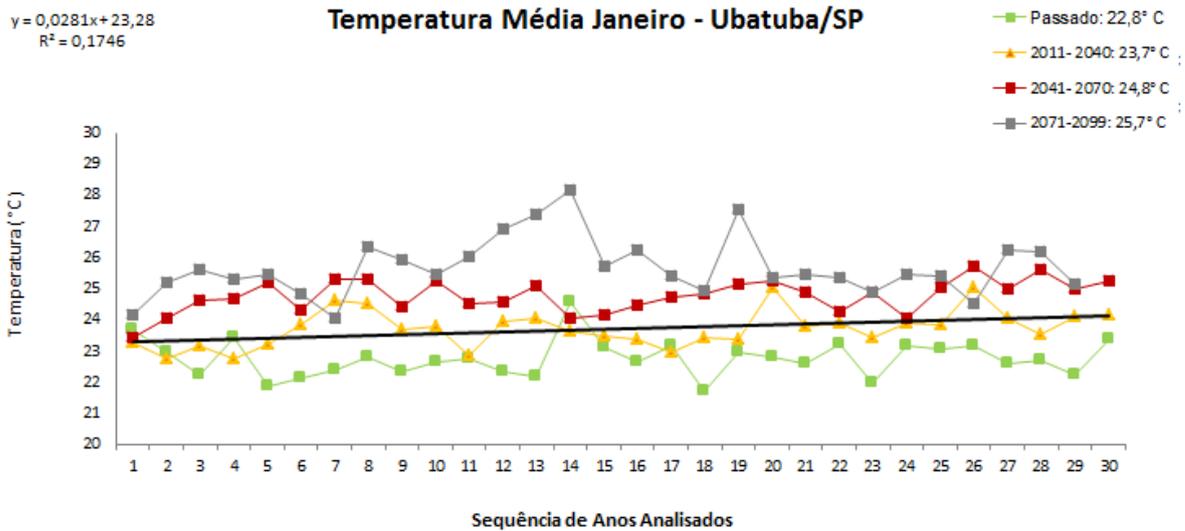


Figura 25– Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de janeiro por intervalo de tempo para o município de Ubatuba-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

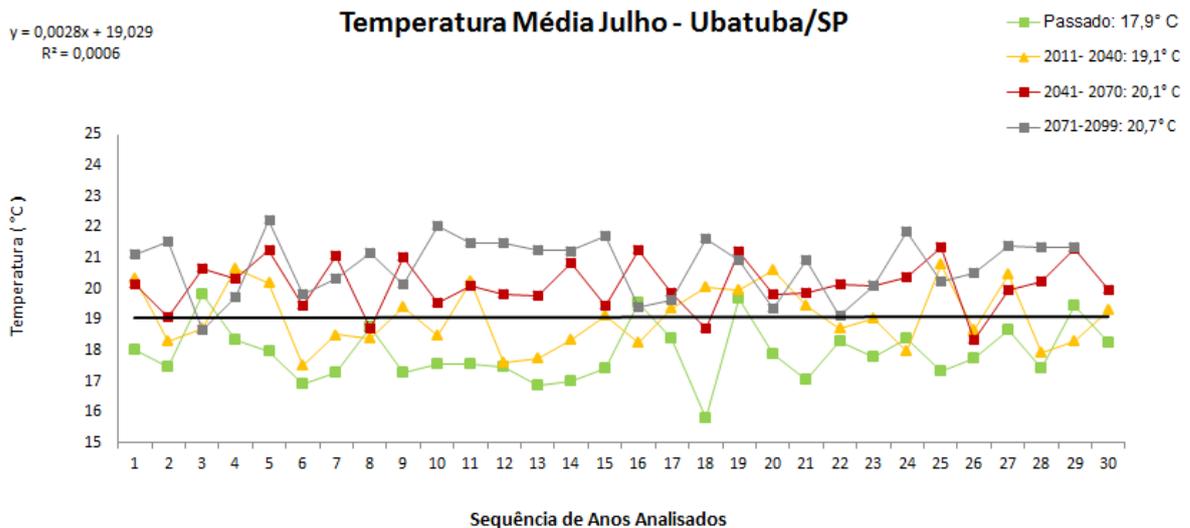


Figura 26– Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalo de tempo para o município de Ubatuba-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

Para Taubaté-SP, nos meses correspondentes a janeiro (Figura 27), haverá um constante aumento da temperatura, principalmente entre os valores do passado (20,8°C) e o intervalo de tempo 2011-2040 (22°C). Após esse período, a temperatura do ar continua subindo, todavia de forma menos acentuada, para o intervalo de tempo 2041-2070 (23,2°C) e para o intervalo de tempo 2071-99 (24,3°C). Este mesmo fato também ocorre para o mês de julho (Figura 28), entre o passado que apresenta um valor médio (15,6°C) e o intervalo de tempo 2011-2040

(17,0°C) e posteriormente para os intervalos de tempo 2041-2070 (18,2°C), 2071-2099 (19,0°C).

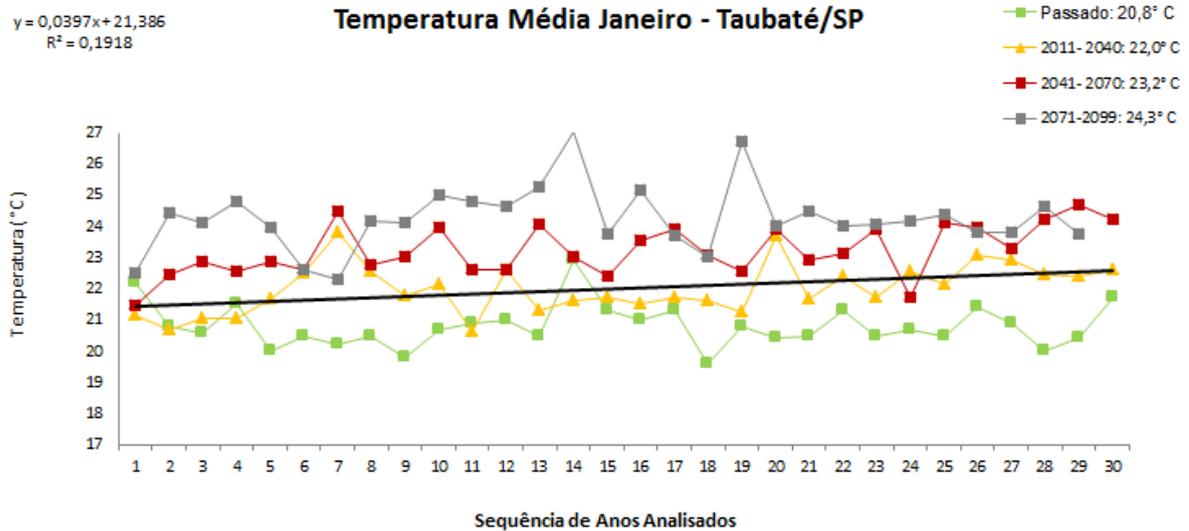


Figura 27– Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de janeiro por intervalo de tempo para o município de Taubaté-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

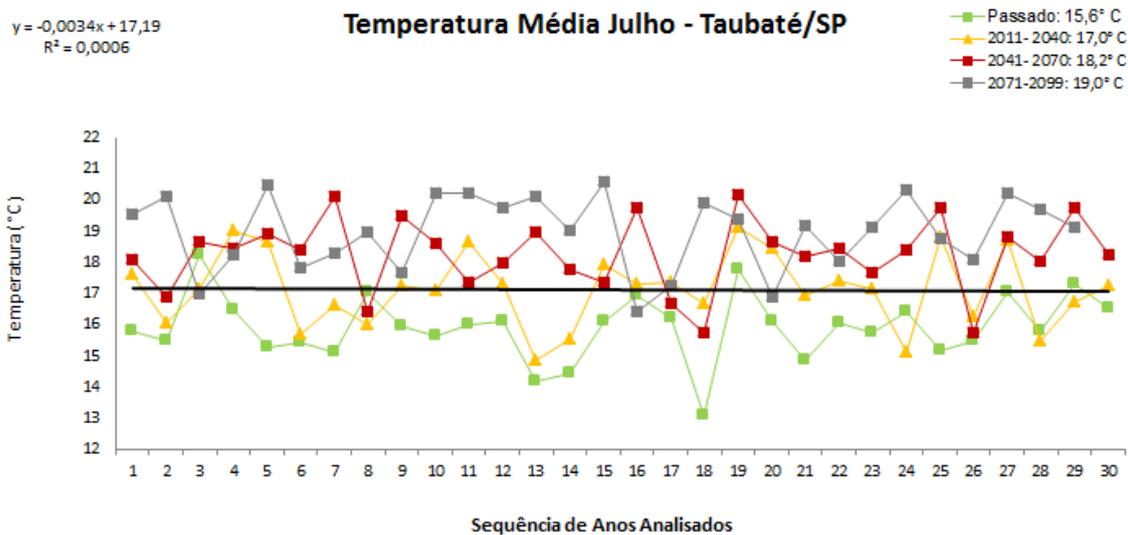


Figura 28 – Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalos de tempo para o município de Taubaté-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

Para Campos do Jordão-SP, os meses correspondentes à janeiro (Figura 29), apresentaram um aumento contínuo da temperatura, para o passado (18,6°C), assim como para 2011-2040 (19,8°C), para 2041-2070 (20,9°C) e para o intervalo de tempo 2071-2099 (21,9°C). Novamente para o mês de julho (Figura 30), o passado

apresenta um valor médio (13,8°C), o intervalo de tempo 2011-2040 (15,0°C), para os intervalos de tempo seguintes: 2041-2070 (16,2°C) e 2071-2099 (16,9°C).

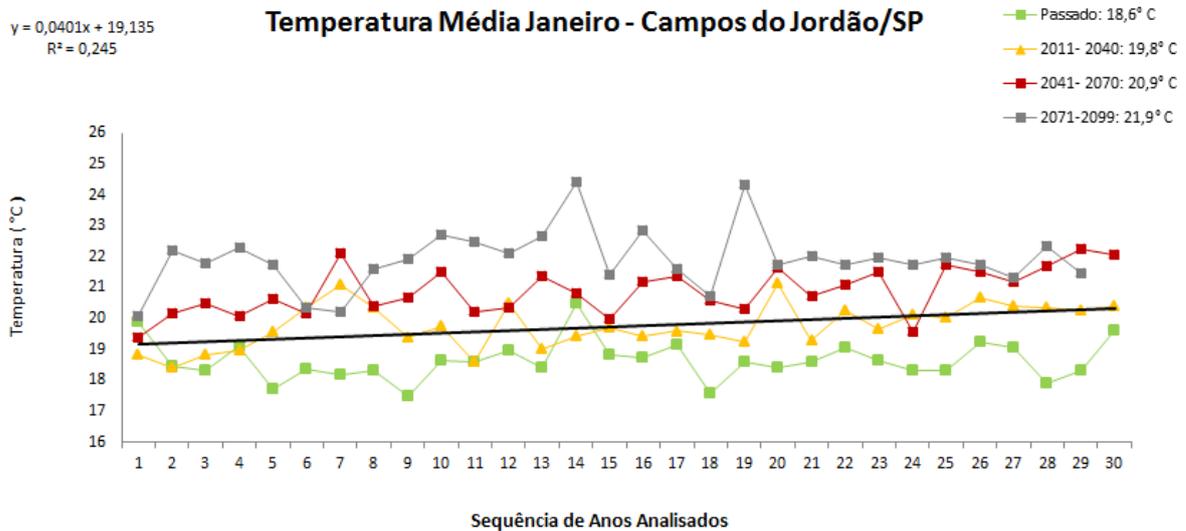


Figura 29– Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de janeiro por intervalo de tempo para o município de Campos do Jordão-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

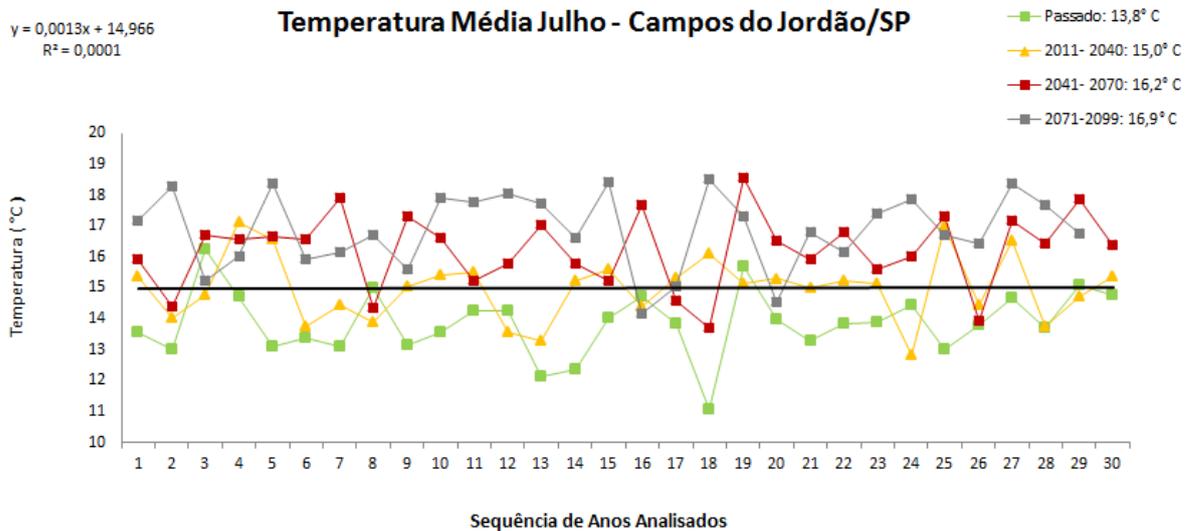


Figura 30– Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalo de tempo para o município de Campos do Jordão-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

Em Extrema- MG, também se verifica um aumento constante do valor médio de temperatura para janeiro, desde o intervalo do passado até o final do século. Os dados do passado (1961-1990) apresentam valor médio de 20,0°C; enquanto para o intervalo de tempo 2011-2040 é de 21,2°C; para o intervalo 2041-2070 como sendo de 22,2°C e para o intervalo de tempo 2071-2099 como sendo de 23,3°C (Figura 31).

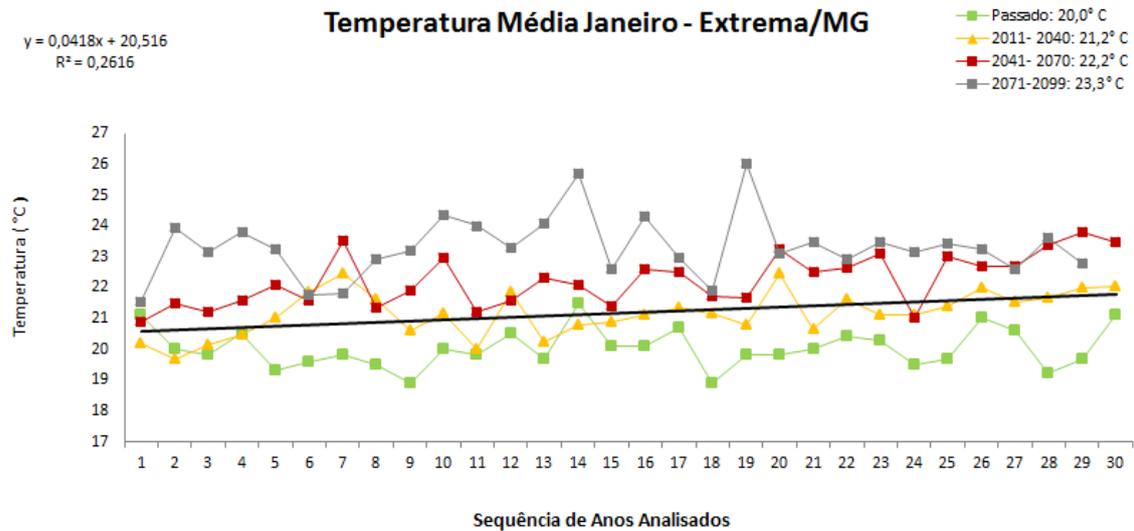


Figura 31– Variabilidade temporal da temperatura do ar média referente ao mês de janeiro por intervalo de tempo para o município de Extrema-MG. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

Em julho, verifica-se o maior aumento do valor médio da temperatura principalmente até o intervalo de 2041-2070. Todavia, a temperatura continua subindo até o final do século mesmo para esse mês, considerado com temperaturas mais frias por ser o período de inverno. Para esse mês, admite-se como dados do passado (1961-1990), sendo o valor médio de 15,3°C; enquanto para os intervalos de tempo 2011-2040 como sendo de 16,5°C; para o intervalo de 2041-2070 como sendo de 17,7°C e para o intervalo de 2071-2099 sendo de 18,3°C (Figura 32).

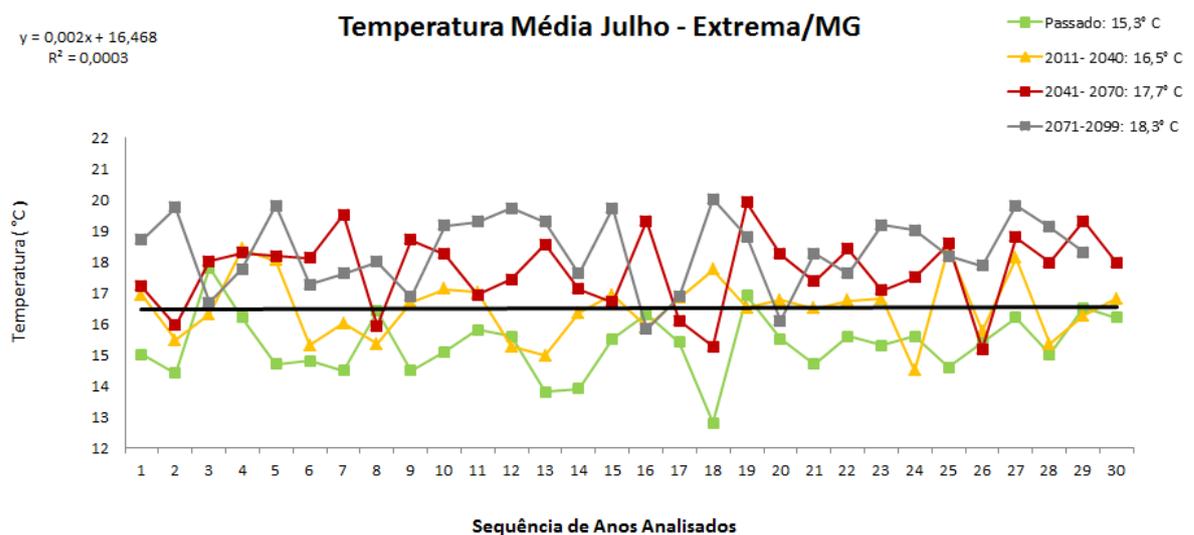


Figura 32– Variabilidade temporal da temperatura do ar, média referente ao mês de julho por intervalo de tempo para o município de Extrema-MG. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

6.2 Comparação entre os dados de simulação climática passado e futuro – elemento climático: precipitação

a) ciclo sazonal

Através dos dados de simulação climática diária obtiveram-se os valores totais médios mensais e anuais para cada intervalo de tempo para os municípios de Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão-SP e Extrema- MG. Ao se analisar os dados para o município de Ubatuba-SP, pressupõe-se que haverá um aumento da precipitação no valor médio referente a cada intervalo de tempo. Observa-se pela Figura 33, um aumento da precipitação total mensal entre os intervalos de tempo, sendo para 1961-1990 um total mensal de 167,1 mm que significa 2005,2 mm/ano, enquanto o intervalo de tempo 2011-2040 o total mensal de 179,0 mm representa 2148 mm/ano, subseqüentemente para 187,8 mm ou 2253,6 mm (intervalo de tempo 2041-2070) sendo para o tempo intervalo de 2071-2099 (184,5 mm, ou seja, 2214 mm/ano).

Ao se observar a Figura 34, referente ao município de Taubaté-SP, verifica-se que houve um aumento no total mensal e anual para cada intervalo de tempo. Na simulação do clima do passado (1961-1990), tinha-se um valor médio do total mensal de 158,1 mm. Em comparação a simulação do intervalo de tempo (2011-2040), verifica-se que houve aumento para 173,8 mm, sendo que estes valores aumentaram para 175,2 mm (2041-2070) e 179,5 mm (2071-2099). Em síntese, ocorre um aumento de 15,7 mm/mês para o primeiro intervalo (2011-2040), o que representa um total anual de 188,4 mm. Este valor não é muito, porém representa aproximadamente 14% do total anual na região, considerando como sendo de 1350 mm (FISCH, 1999). Para o último intervalo de tempo (2071-2099), este aumento pode chegar a 257 mm por ano.

Na simulação para os intervalos de tempo referente ao município de Campos do Jordão-SP, verifica-se para 1961-1990 um valor total mensal de 105,9 mm, já para a simulação (2011-2040), percebe-se que houve aumento para 117,1 mm, sendo estes valores para os intervalos de tempo de 121,2 mm (2041-2070) e 123,5 mm (2071-2099) (Figura 35).

Continuamente os dados de precipitação de Extrema- MG mostram um aumento da precipitação no valor médio referente a cada intervalo de tempo. Para

os dados do intervalo de tempo (1961-1990), tem-se um total mensal de 150,2 mm, que aumentou para o total mensal 162,2 mm para o intervalo de tempo 2011-2040, subsequentemente para 171,5 mm (intervalo de tempo 2041-2070) e finalizando com 175,8 mm no intervalo de tempo 2071-2099, resultados apresentados na Figura 36.

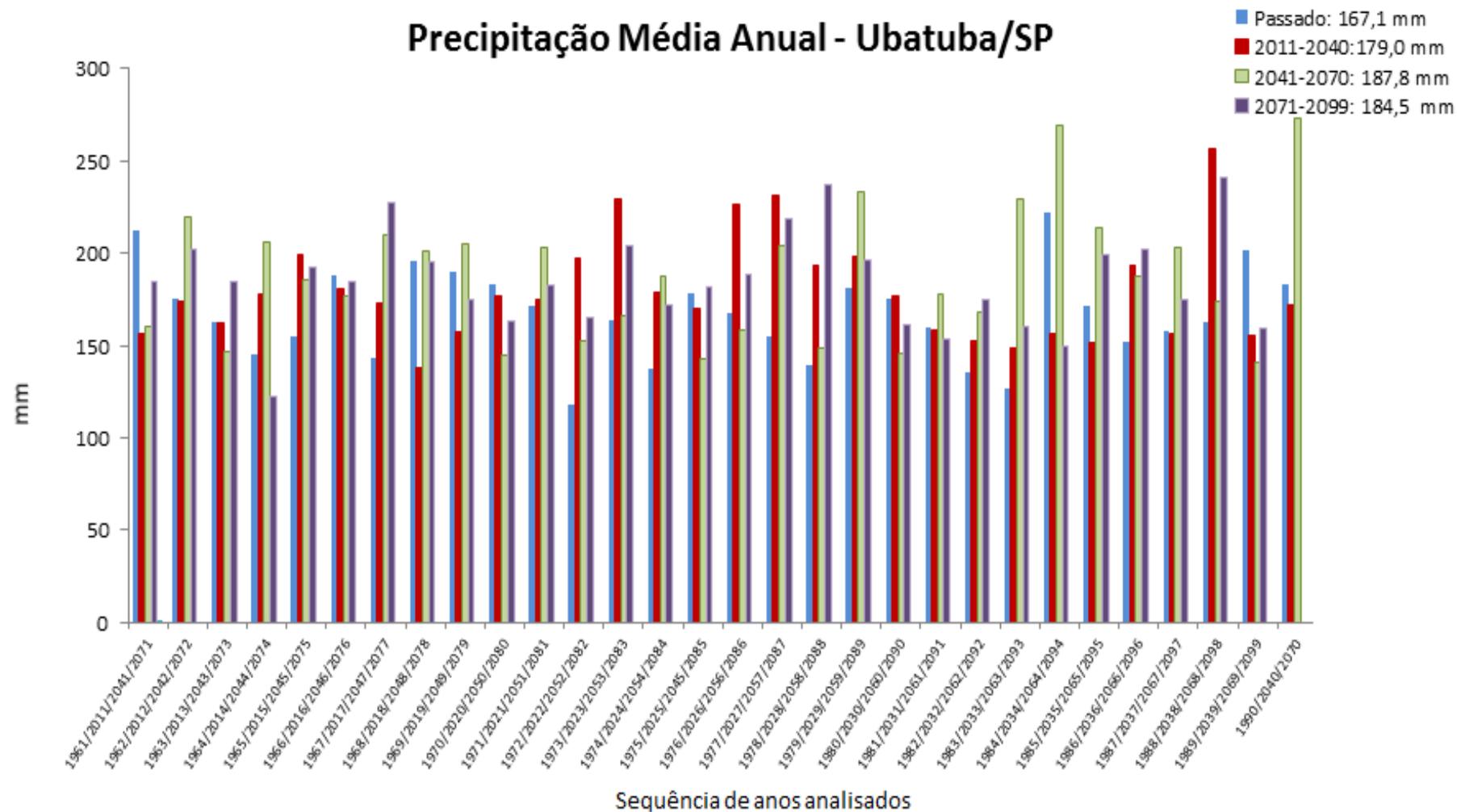


Figura 33- Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Ubatuba-SP

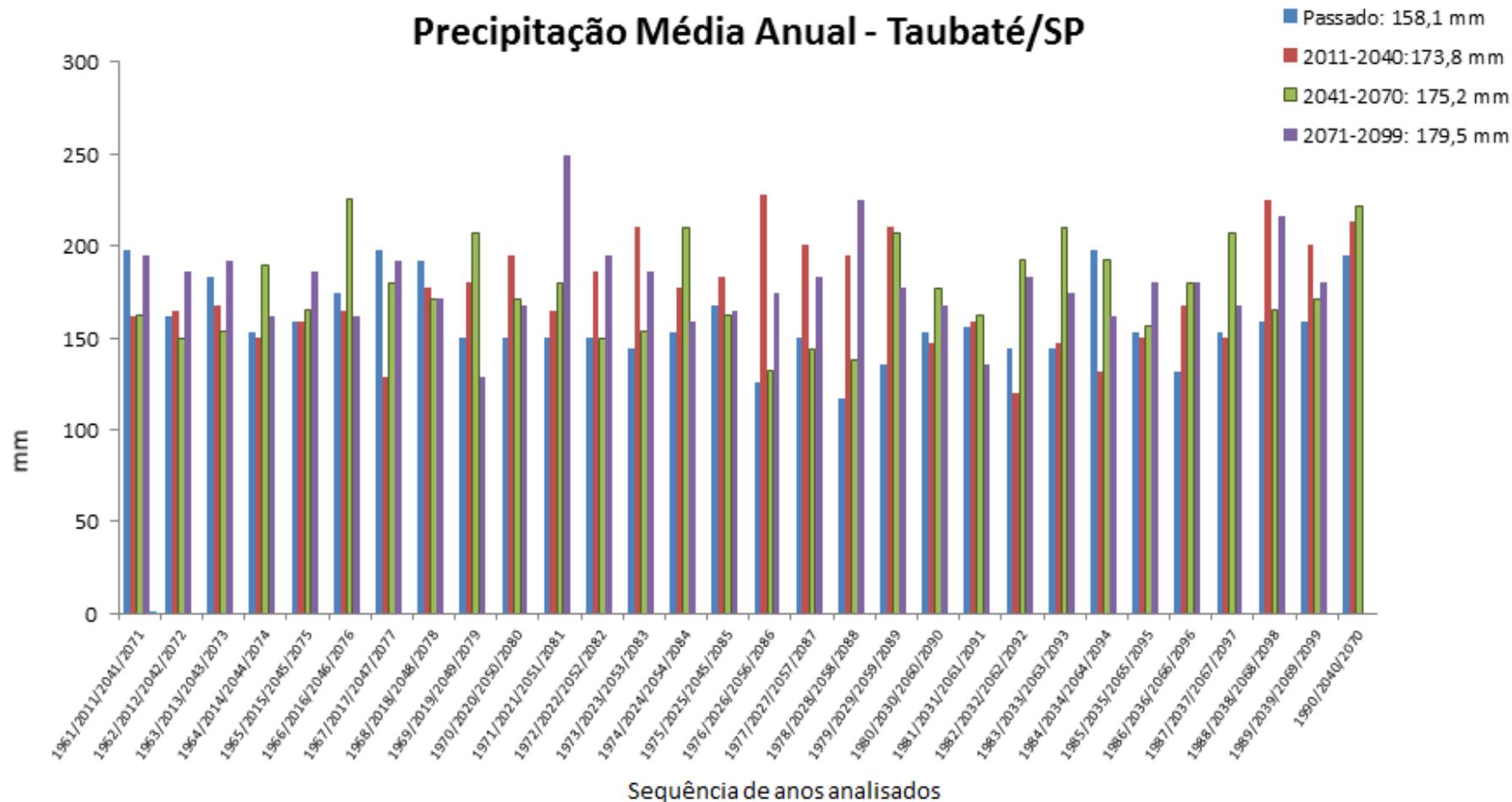


Figura 34- Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Taubaté-SP

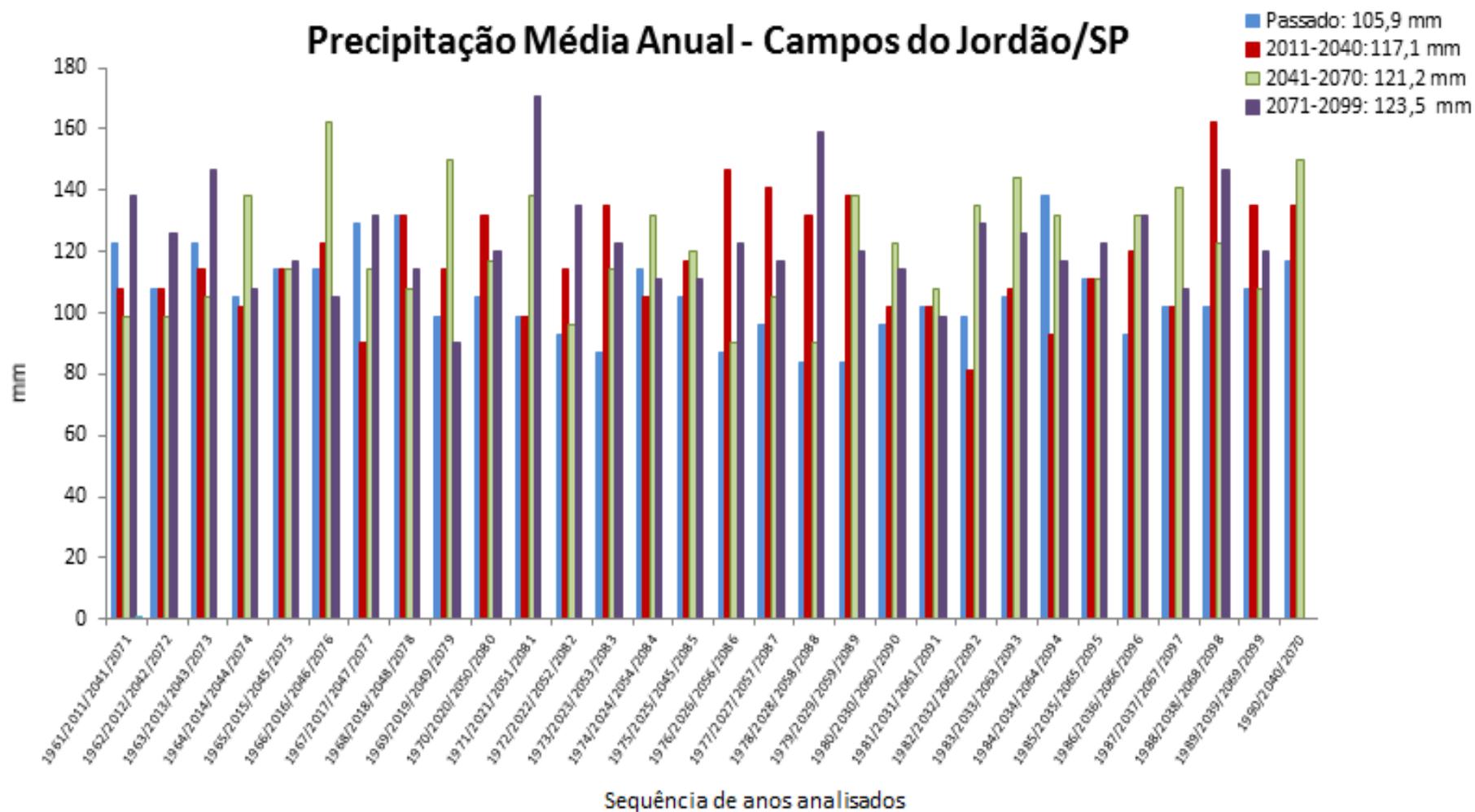


Figura 35- Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Campos do Jordão-SP

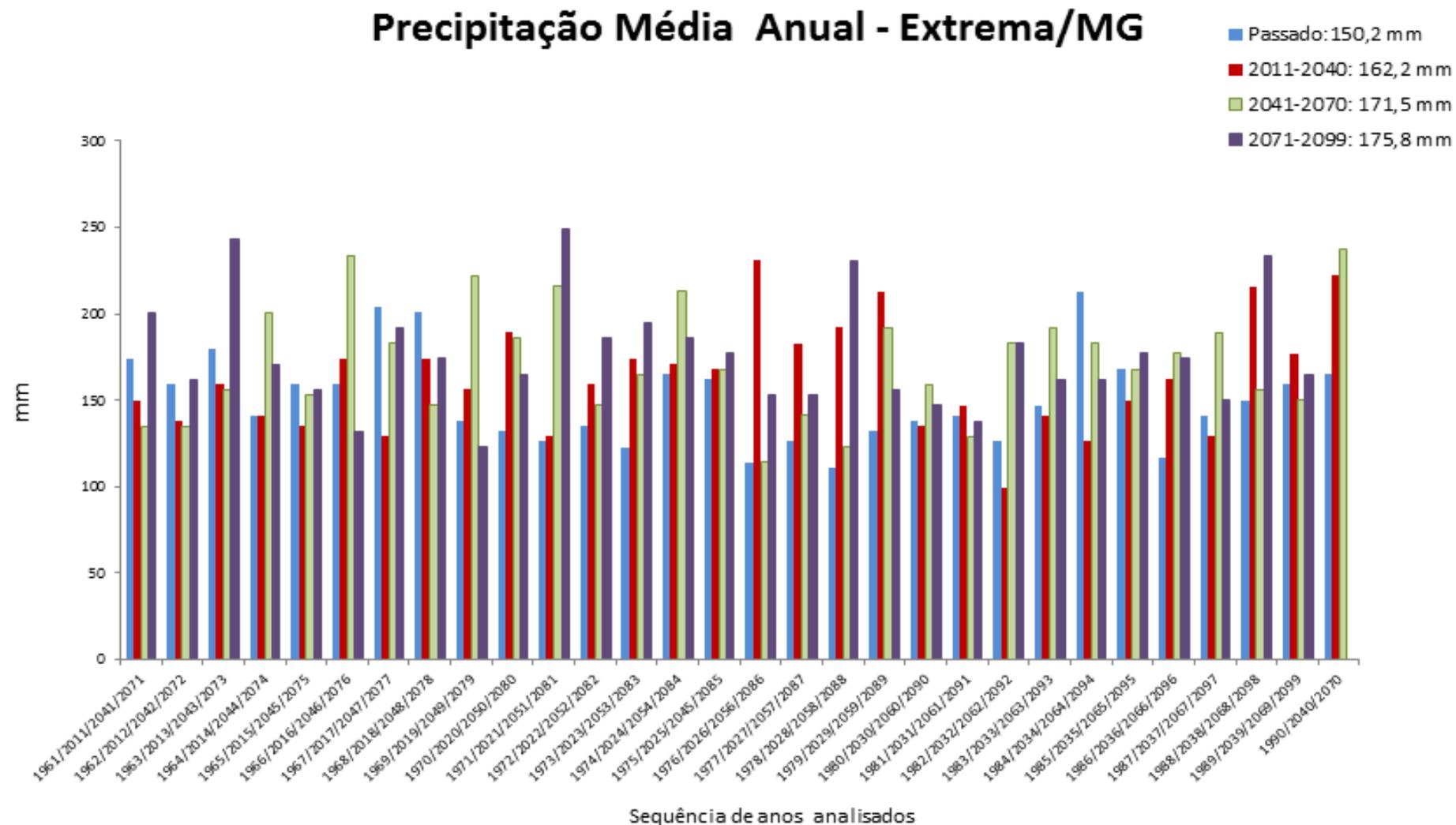


Figura 36- Precipitação média anual por intervalo de tempo para o município de Extrema-MG

b) ciclo intrasazonal

Os dados de simulação climática também possibilitaram que cada mês representativo das estações de verão e inverno também pudessem ser analisados separadamente.

Em comparação com o clima do passado, no que se refere ao município de Ubatuba-SP, o mês de janeiro apresentará pouco aumento da precipitação total mensal durante todo o período analisado. Já em julho verifica-se um aumento da precipitação total mensal, principalmente no intervalo de tempo entre 2011-2040, ocorrendo uma redução da precipitação total mensal para o intervalo final (2071-2099). Em comparação entre o clima do passado (1961-1990), e o intervalo de tempo futuro (2071-2099), os meses referentes à julho apresentarão um aumento total mensal de 13,0 mm, enquanto para janeiro esse aumento será de apenas 4,5 mm (Figura 37).

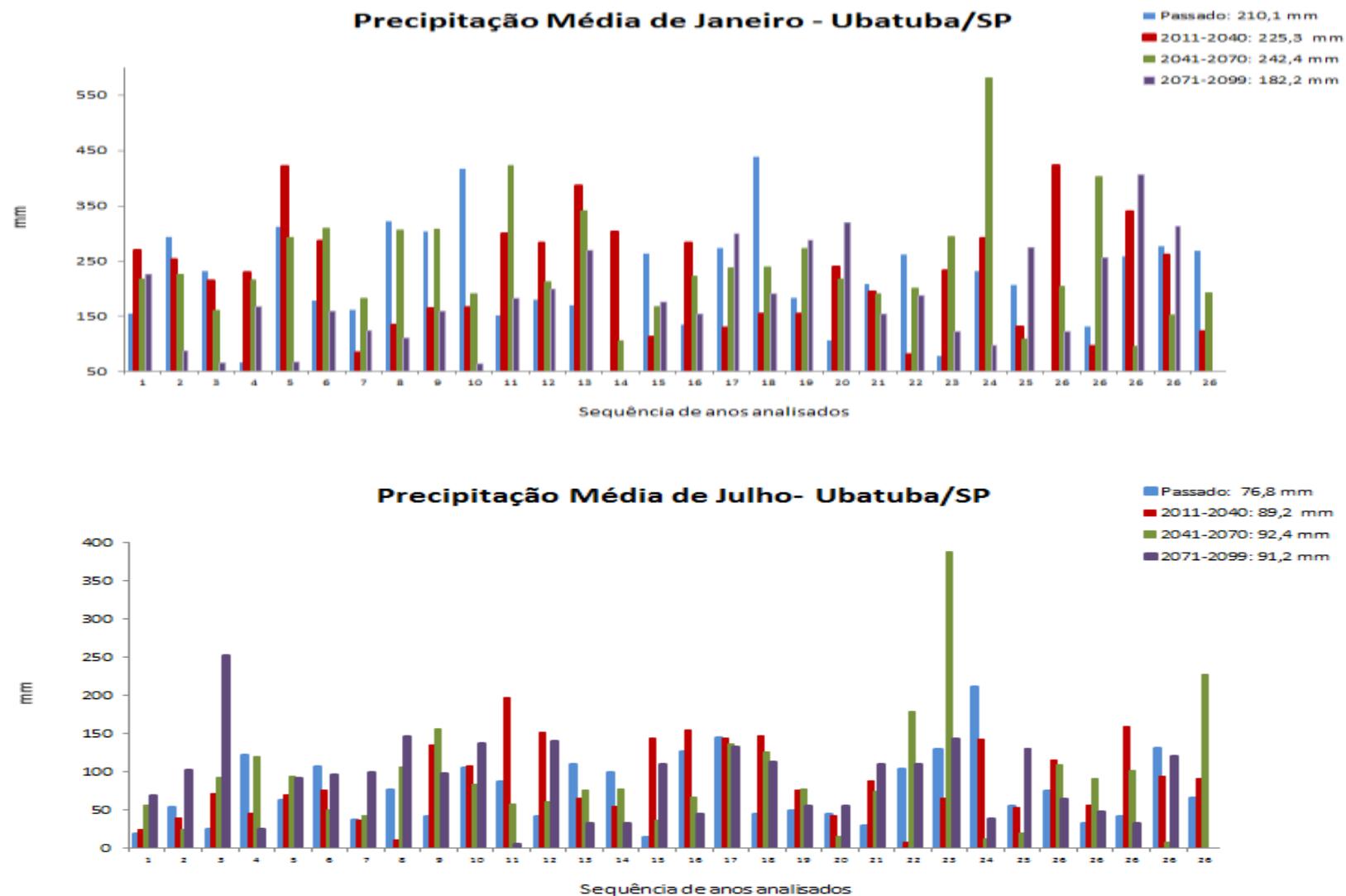


Figura 37- Série Temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo para o município de Ubatuba-SP

A Figura 38, contudo revela a distribuição mensal (ciclo sazonal) do regime pluviométrico entre os períodos do passado e futuro. Na comparação entre os intervalos de tempo verifica-se um aumento total mensal de 16,8 mm de precipitação. Verifica-se que embora ocorra o aumento da precipitação total mensal, o mesmo será menor para o intervalo 2071-2099.

Na comparação entre os meses, verifica-se que agosto apresenta redução da precipitação total mensal para o intervalo 2041-2070, se tornando acentuada no intervalo final (2071-2099). Entretanto em setembro e para os meses seguintes há um contínuo aumento da precipitação total mensal, sobretudo em outubro e novembro que chegam a apresentar índices de precipitação superior aos meses de janeiro e dezembro.

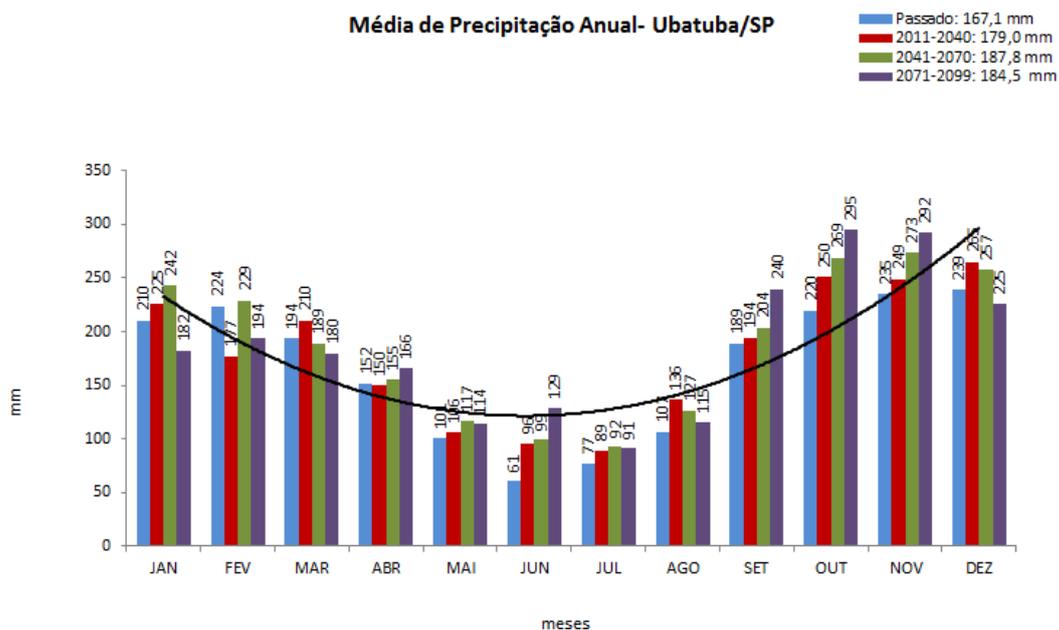


Figura 38: Ciclo sazonal da precipitação, por intervalo de tempo para o município de Ubatuba-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

Já para Taubaté-SP, em comparação com o clima do passado (1961-1990), o mês de janeiro apresentará um maior aumento da precipitação total mensal, sobretudo no intervalo de tempo 2011-2040. Para os resultados obtidos nos intervalos de tempo 2041-2070 e 2071-2099, ocorrerá uma maior variabilidade, intercalando anos mais secos com anos mais chuvosos (Figura 39).

Verifica-se todavia, que haverá até o final do século para o mês de janeiro um aumento de 53 mm no total de precipitação, que representa aproximadamente 40% da precipitação mensal (FISCH,1999). Para julho observa-se um aumento no total mensal de precipitação, principalmente no intervalo entre 2041-2070, ocorrendo uma redução da precipitação para o intervalo final (2071-2099). Verifica-se para esse mês que representa o inverno, um aumento do valor total mensal de 3,5 mm até o final do século (que representa 10% da precipitação).

A Figura 40 apresenta a distribuição mensal do regime pluviométrico para todos os períodos analisados. Nota-se um aumento da precipitação total mensal para quase todos os meses, exceto setembro. Os maiores aumentos serão para os meses de janeiro, março, abril, junho, agosto, dezembro e principalmente para novembro. Em setembro haverá redução contínua da precipitação total mensal até o intervalo 2041-2070, aumentando o índice de precipitação total para o intervalo seguinte (2071-2099).

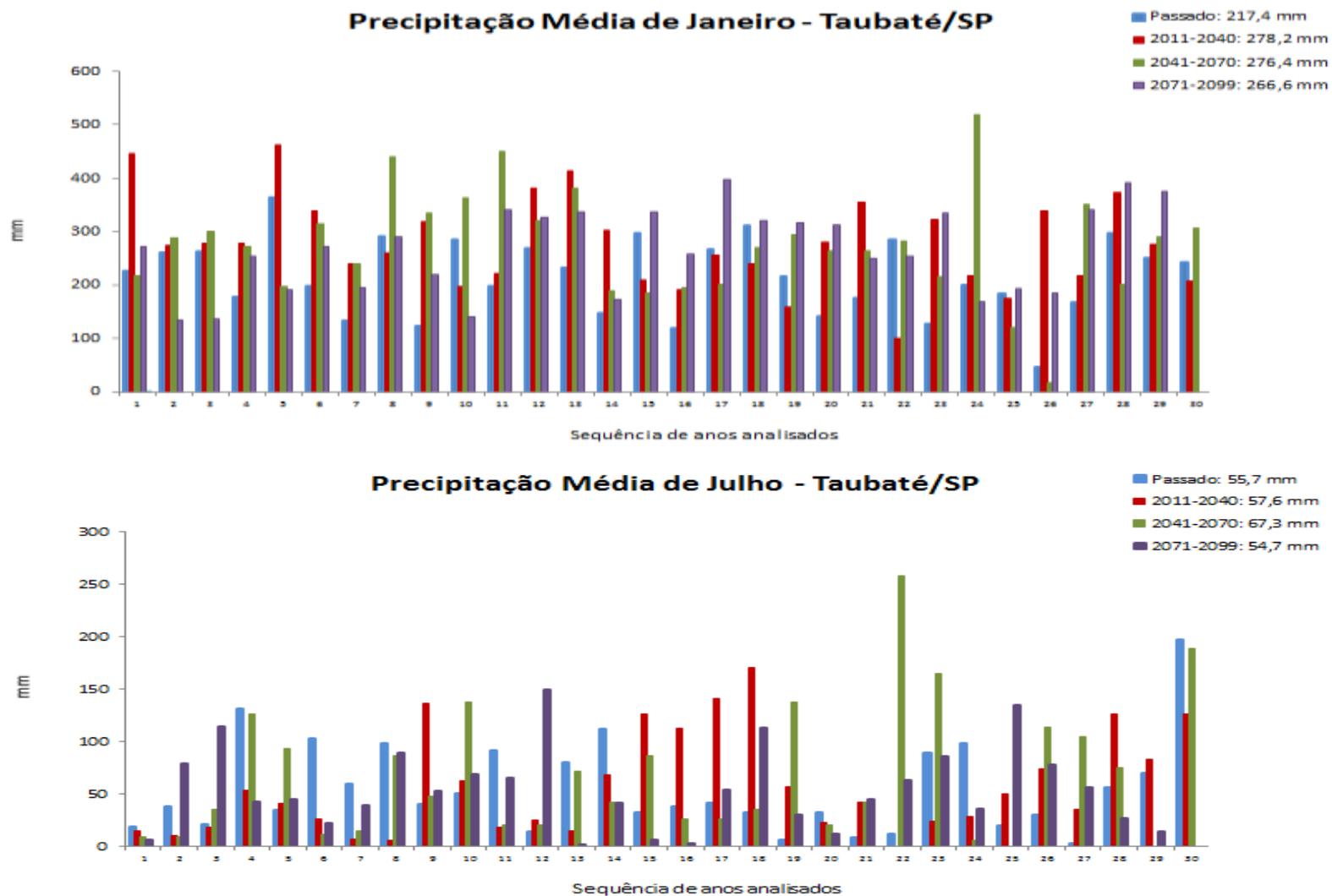


Figura 39- Série Temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo para o município de Taubaté-SP

Estes últimos resultados sugerem que a estação seca da região, normalmente entre julho e agosto, pode se estender para o mês de setembro, prolongando o período de estiagem até o intervalo de tempo 2041-2070. Por outro lado, o início da estação chuvosa, que normalmente ocorre em outubro (FISCH, 1999), pode ser atrasado em um mês, iniciando-se em novembro. Mesmo com um maior intervalo de tempo de estiagem de período seco, o total anual de precipitação aumenta, indicando que poderá haver chuvas mais intensas e severas no início do período chuvoso (de novembro a março).

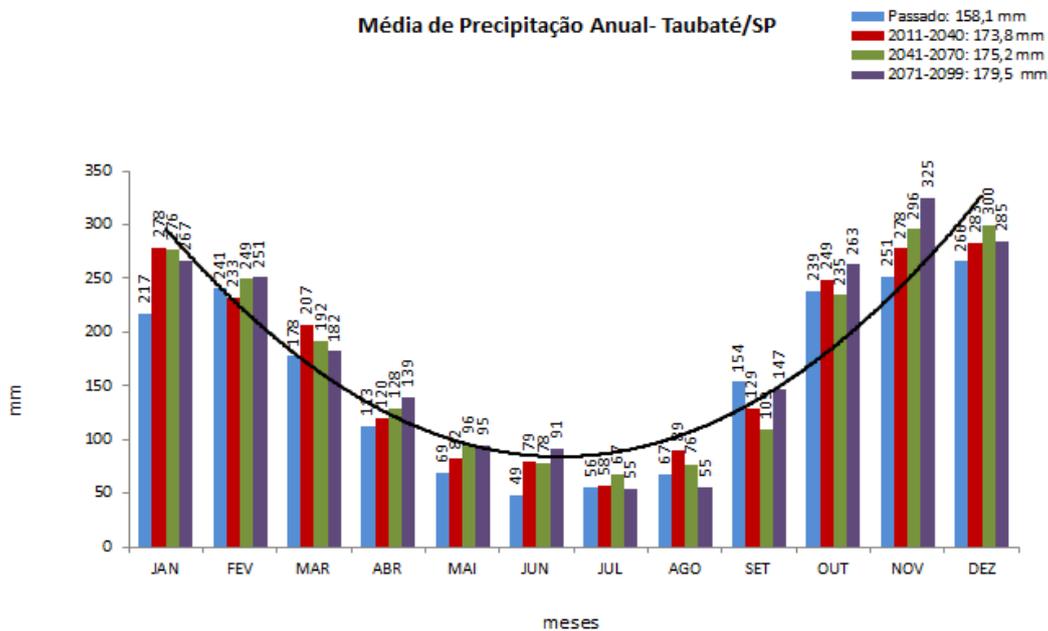


Figura 40: Ciclo sazonal da precipitação, por intervalo de tempo para o município de Taubaté-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

Como ocorre nos municípios anteriores, Campos do Jordão-SP apresentará um maior aumento da precipitação total mensal para o mês de janeiro, sendo que até o final do século o mesmo será de 40,5 mm no total. Para julho, esse aumento ocorrerá principalmente no intervalo entre 2041-2070 (Figura 41), ocorrendo uma redução da precipitação para o intervalo final (2071-2099). Verifica-se para esse mês que representa o inverno, um aumento do valor total mensal de 1,3 mm até o final do século.

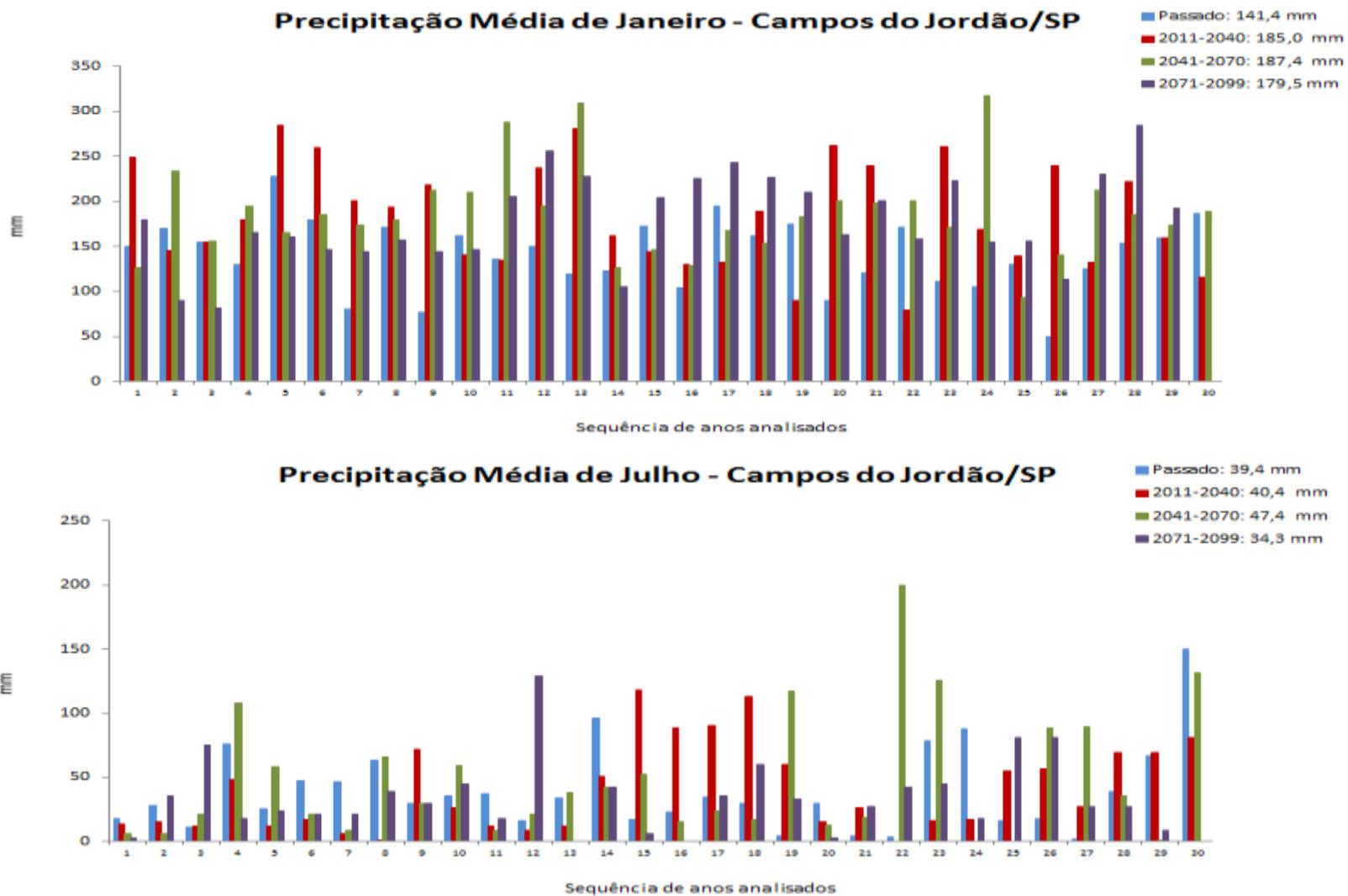


Figura 41- Série Temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo para o município de Campos do Jordão-SP

A Figura 42 apresenta a distribuição mensal do regime pluviométrico para todos os períodos analisados. Nota-se um aumento da precipitação total mensal para quase todos os meses, principalmente para novembro e dezembro. Para os meses correspondentes à setembro haverá redução da precipitação total mensal para quase todo o século, pois para o intervalo final (2071-2099) o regime de precipitação total mensal volta a se comparar com os do passado (1961-1990).

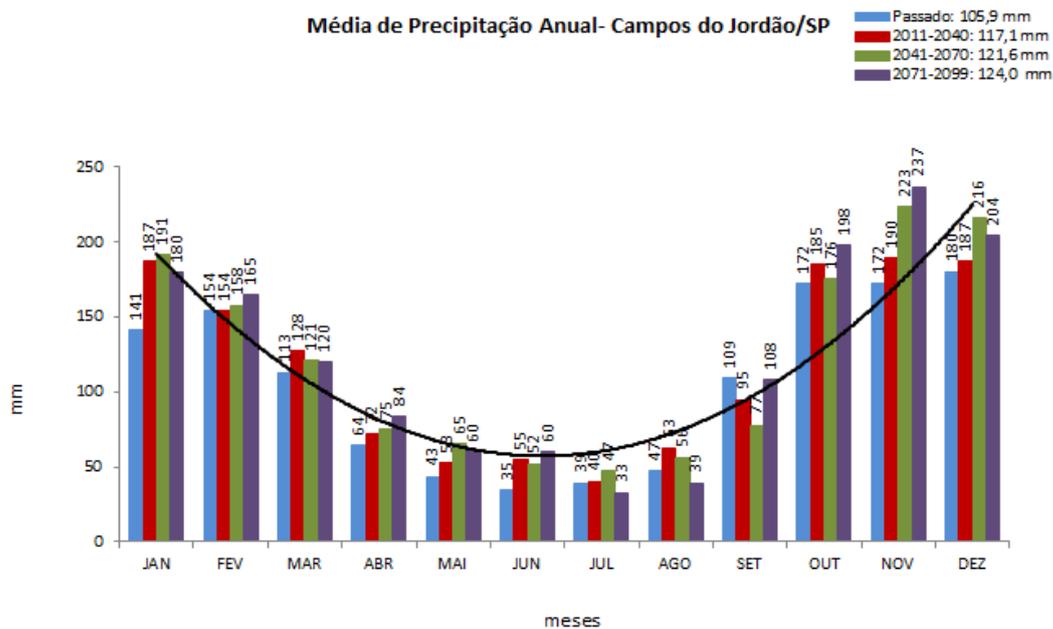


Figura 42: Ciclo sazonal da precipitação, por intervalo de tempo para o município de Campos do Jordão-SP. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

Visando uma análise da variação intrasazonal, novamente analisaram-se os meses correspondentes à janeiro e julho para o município de Extrema-MG (Figura 43). Em comparação ao clima do passado, o mês de janeiro apresentará aumento da precipitação total mensal durante todo o período analisado. Para julho percebe-se um aumento da precipitação total mensal, principalmente no intervalo de tempo entre 2041-2070, ocorrendo uma redução da precipitação total mensal para o intervalo final (2071-2099).

Em comparação entre o clima do passado (1961-1990), e o intervalo de tempo futuro (2071-2099), os meses referentes à julho apresentarão um aumento total mensal de 5,7 mm, enquanto para o mês de janeiro esse aumento será de 62,2 mm. O menor valor para julho está associado com dinâmica da chuva neste período.

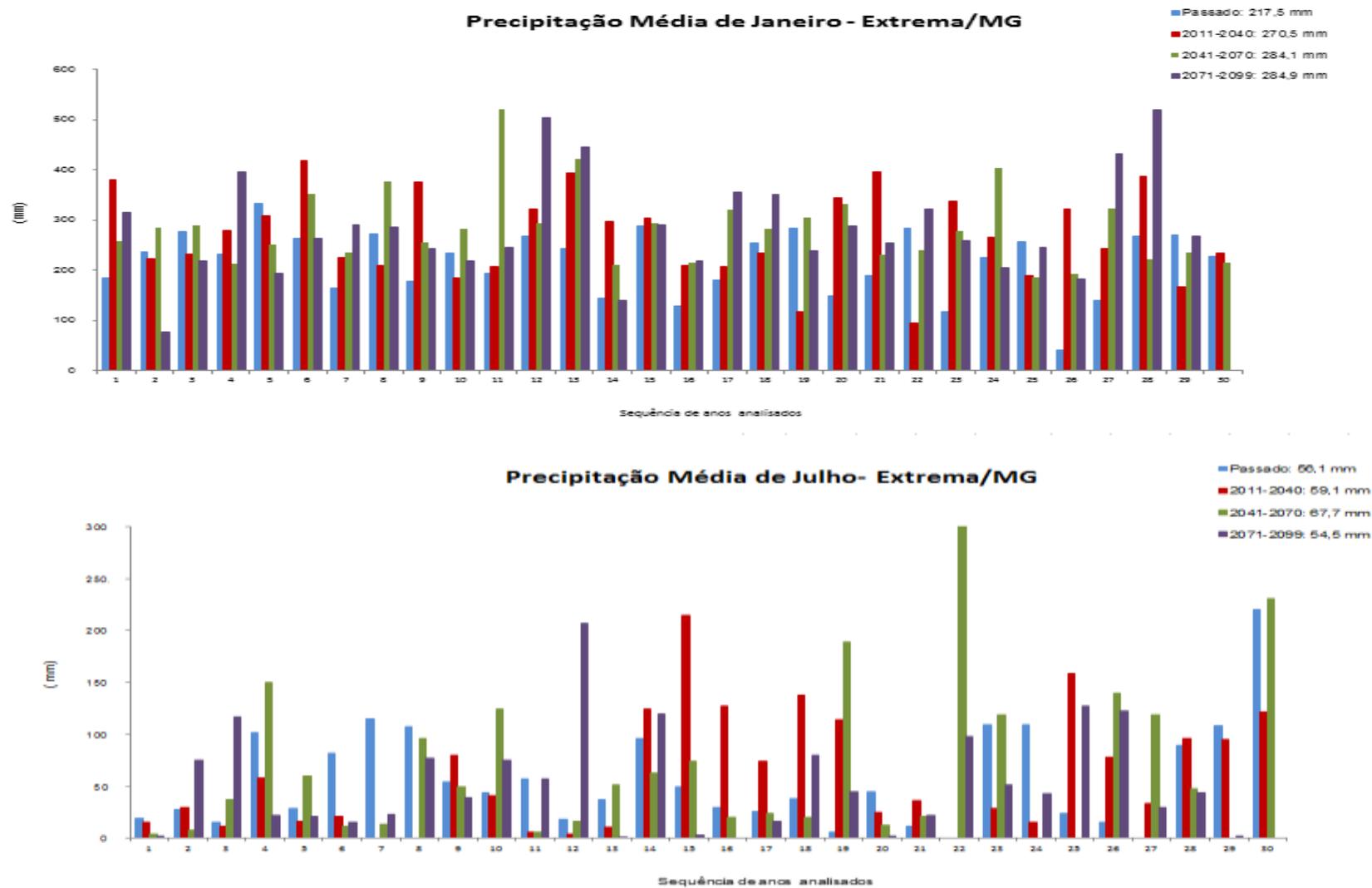


Figura 43- Série Temporal da precipitação total mensal de janeiro e julho por intervalo de tempo para o município de Extrema-MG

Em relação à Figura 44, esta apresenta a distribuição mensal (ciclo sazonal) do regime pluviométrico entre os períodos do passado e futuro. Na comparação entre os intervalos de tempo verifica-se um aumento total mensal de 20 mm de precipitação. Todavia o mês de setembro apresenta redução da precipitação total mensal durante quase todo o século, somente no intervalo final 2071-2099 voltará aos mesmos níveis do passado (1961-1990).

Desta forma os dados indicam que esse comportamento concorda com os outros municípios estudados, mostrando que este fato será igual para toda a região.

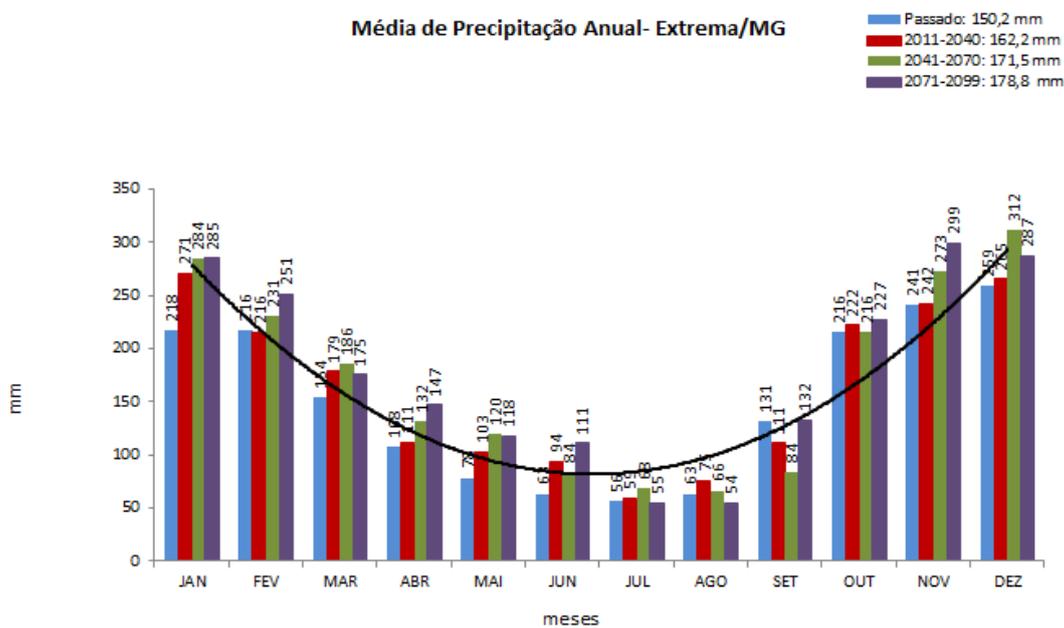


Figura 44: Ciclo sazonal da precipitação, por intervalo de tempo para o município de Extrema-MG. Linha de tendência para o intervalo 2011-2040.

6.3 Variabilidade dos elementos climáticos de temperatura do ar e da precipitação

Como forma de detalhar a variabilidade dos elementos climáticos de temperatura do ar e precipitação, calcularam-se os dados para os quatro municípios em questão, sendo: Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão-SP e Extrema-MG, em diferentes intervalos de tempo. Da mesma forma, compararam-se os dados de simulação do clima futuro (2011-2040; 2041-2070; 2071-2099), com os dados de

simulação do clima passado (1961-1990) que estão apresentados nas Figuras 45 a 48.

Em Ubatuba-SP, a temperatura aumenta para todos os intervalos em comparação com a simulação do passado (1961-1990), para os meses de janeiro e julho. Para esses meses o regime de precipitação total se mantém muito próximo entre os intervalos, estacionando ao redor de 32 mm para janeiro e 15 mm para julho. Porém, a variabilidade para a temperatura do ar será maior para o intervalo final (2071-2099), o que sugere que nesse período ocorrerão anos em que as temperaturas poderão ser mais elevadas (Figura 45).

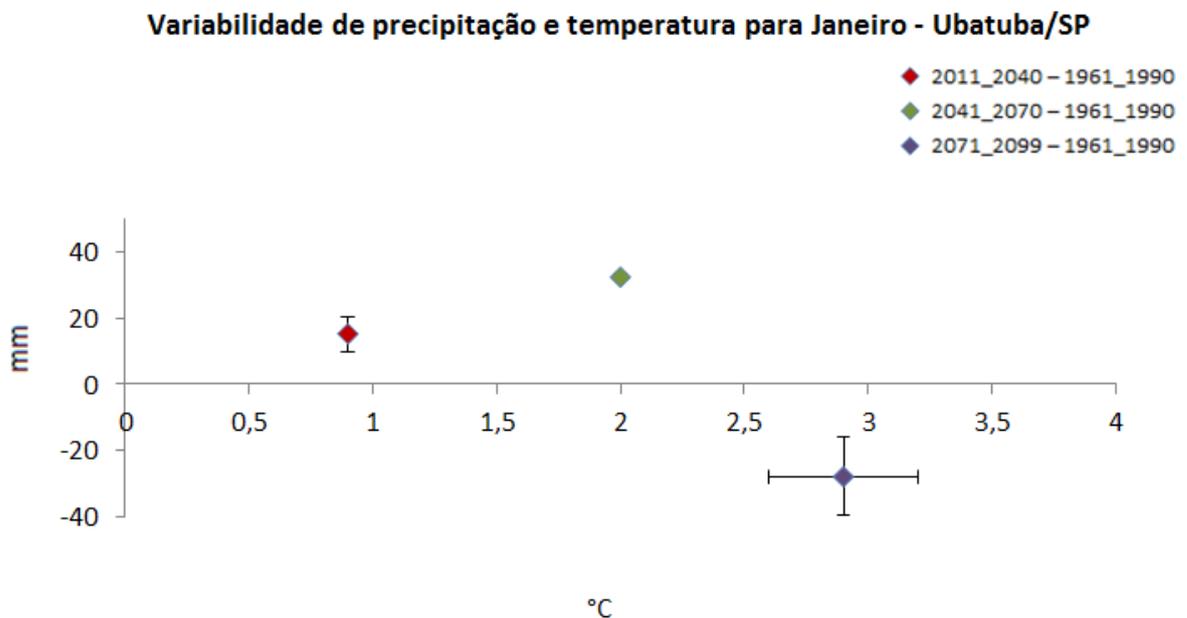


Figura 45: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para o mês de janeiro em Ubatuba-SP

Verifica-se também, que a variabilidade para a precipitação se tornará maior para o intervalo 2071-2099 para o mês de janeiro. Para julho será extremamente diferenciada para o intervalo 2041-2070, diminuindo para o intervalo seguinte. Logo entende – se que para esse intervalo a ocorrência de anos chuvosos e secos serão ainda mais acentuados (Figura 46). Porém, levando-se em conta os dados referentes aos municípios, verifica-se que Ubatuba-SP é o que apresenta menor diferença de variabilidade para os intervalos de simulação futura, sobretudo para o elemento climático de temperatura do ar. O fator localização e a sua proximidade em

relação ao mar poderá contribuir para amenizar a temperatura do ar e regularizar o regime de precipitação total.

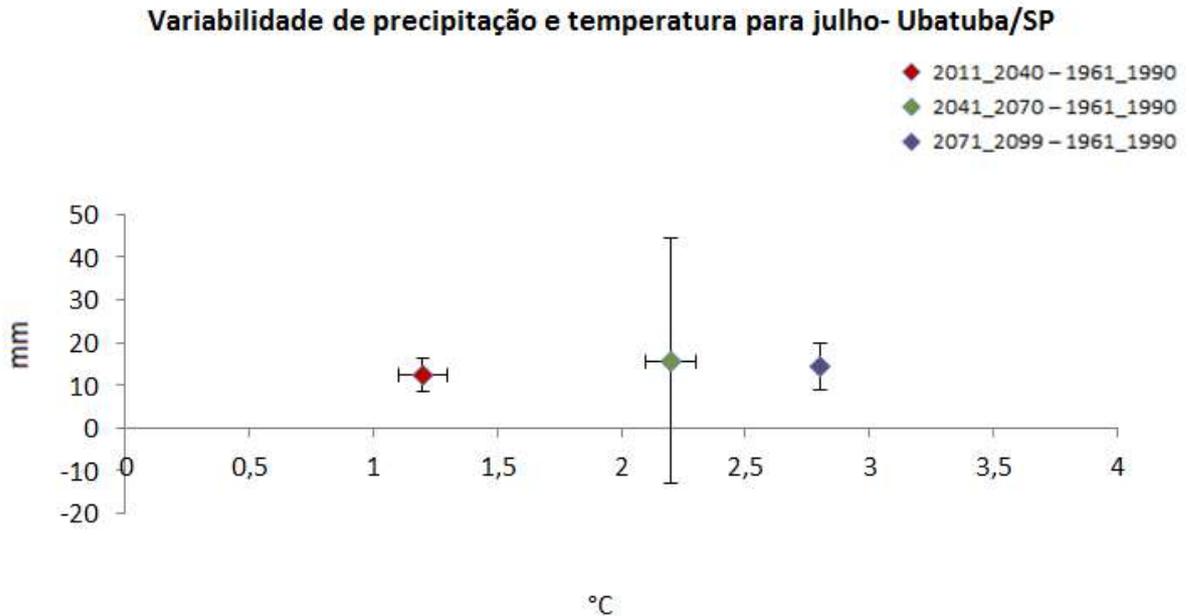


Figura 46: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do e precipitação para o mês de julho em Ubatuba-SP

Ao analisar a Figura 47, referente ao município de Taubaté-SP para o mês de janeiro, entende-se que a temperatura do ar também aumenta com o intervalo de tempo, porém isto não é seguido pela precipitação, que estaciona ao redor de 60 mm. Para o intervalo final, além da temperatura do ar ser mais elevada, o clima também será mais seco, devido ao menor índice total de precipitação total.

A variabilidade da temperatura do ar também aumenta quando comparada ao passado (1961-1990), sobretudo para 2071-2099, indicando que ocorrerão anos com maiores temperaturas que outros. Da mesma forma, ocorrerão anos mais chuvosos que outros, principalmente para o intervalo 2041-2070.

Variabilidade de precipitação e temperatura para Janeiro- Taubaté/SP

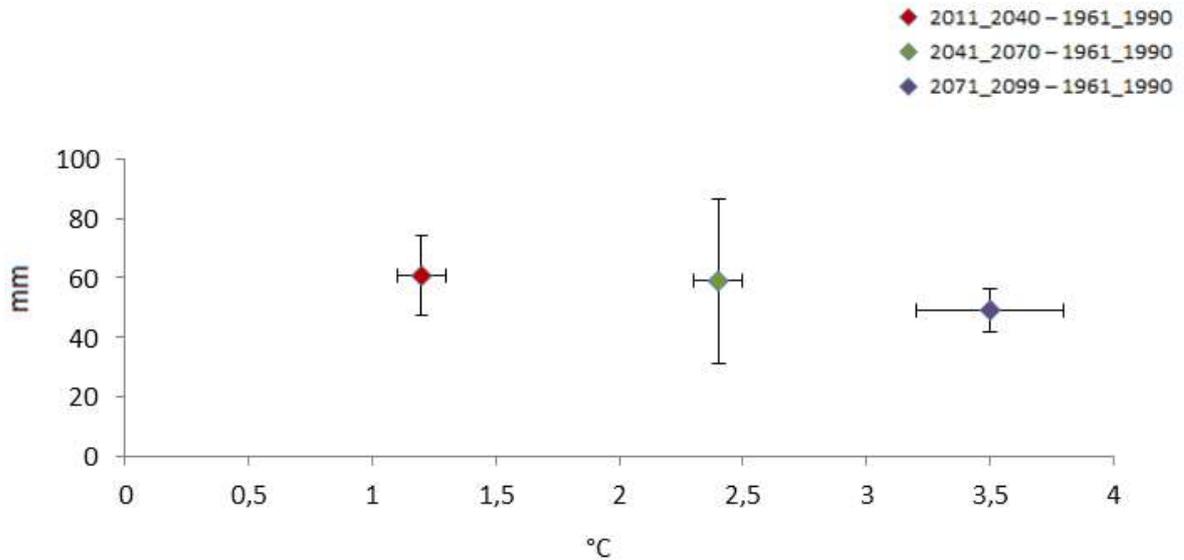


Figura 47: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para o mês de janeiro em Taubaté-SP

A Figura 48 indica que a temperatura vai aumentar a cada intervalo de tempo para o mês de julho, conforme verifica-se para o mês de janeiro, sendo o último intervalo também mais seco que os demais. Porém, embora a variabilidade de temperatura do ar aumente para o intervalo 2011-2040, continuará a mesma até o final desse século.

Variabilidade de precipitação e temperatura para Julho- Taubaté/SP

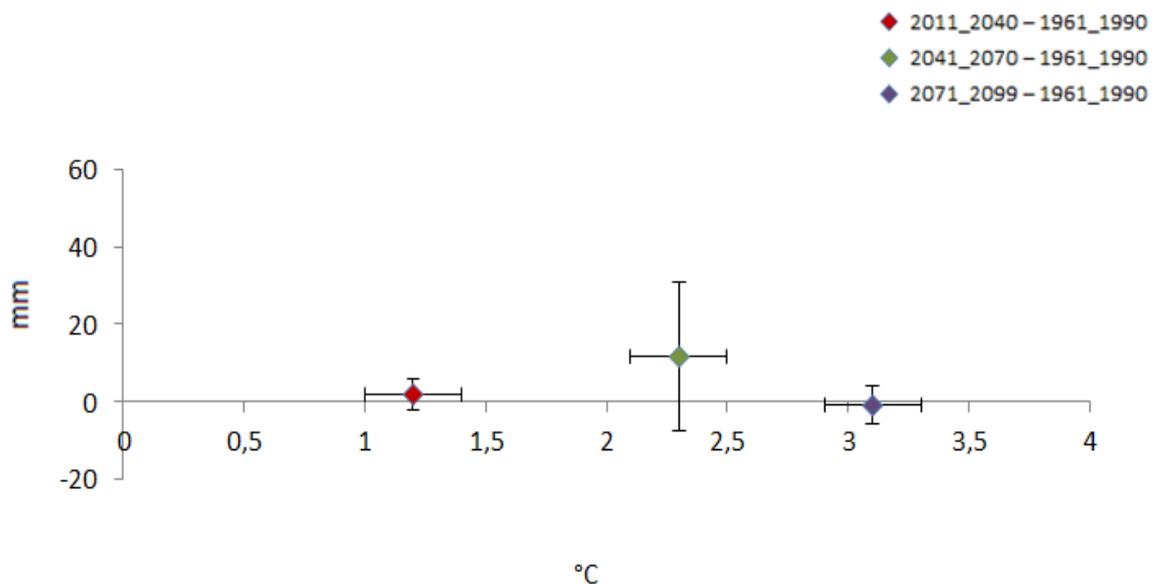


Figura 48: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para o mês de julho em Taubaté-SP

Observa-se que tanto para janeiro como para julho, a variabilidade relacionada à precipitação será maior até o intervalo de tempo 2041-2070, reduzindo-se para o intervalo final (2071-2099). Em comparação com os dados de 1961-1990; a variabilidade será maior para meados desse século, porém para o mês de julho a variabilidade será pequena para o intervalo final, oscilando para o valor do passado climatológico.

Novamente, verifica-se o aumento da temperatura do ar a cada intervalo de tempo tanto para janeiro como para julho para o município de Campos do Jordão-SP, entretanto a precipitação total para o mês de janeiro não ultrapassa a 50 mm e para julho é de aproximadamente de 8 mm. Embora a precipitação total nesse período intrasazonal seja maior no intervalo 2041-2070, reduzir-se-á no intervalo final (2071-2099).

Ao se verificar os dados de simulação do clima futuro e compará-los com os de 1961-1990, admite-se que haverá maior diferença de variabilidade da precipitação total para o intervalo 2071-2099 para janeiro (Figura 49). Em contrapartida, essa diferença será mais acentuada após 2041-2070 para o mês de julho (Figura 50).

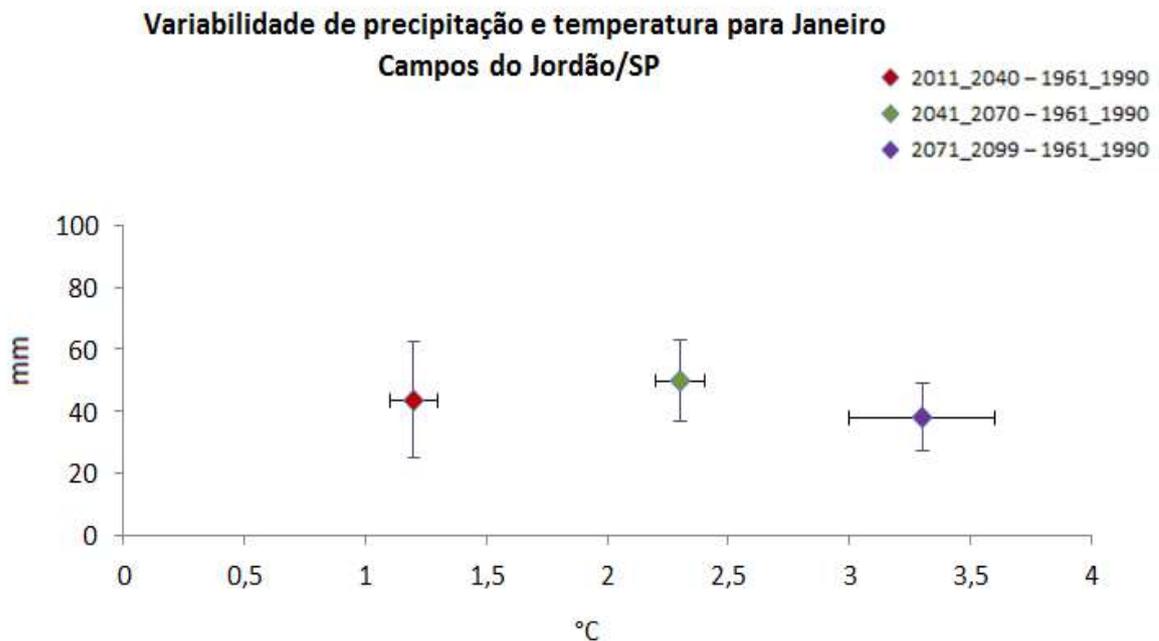


Figura 49: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para o mês de janeiro em Campos do Jordão-SP

Essas Figuras retratam que nesses intervalos poderão ocorrer extremos climáticos para a localidade. Outro exemplo, deve-se a variabilidade da precipitação que para o mês de janeiro permanecerá para todo o século, mas sobretudo para 2011-2040.

Já em julho, a variabilidade de precipitação total será frequente para o intervalo 2041-2070, indicando que haverá anos com alto índice de chuva e outros extremamente secos. Para o intervalo final (2071-2099), embora o regime de precipitação seja reduzido para esse mês, ainda assim haverá uma variabilidade.

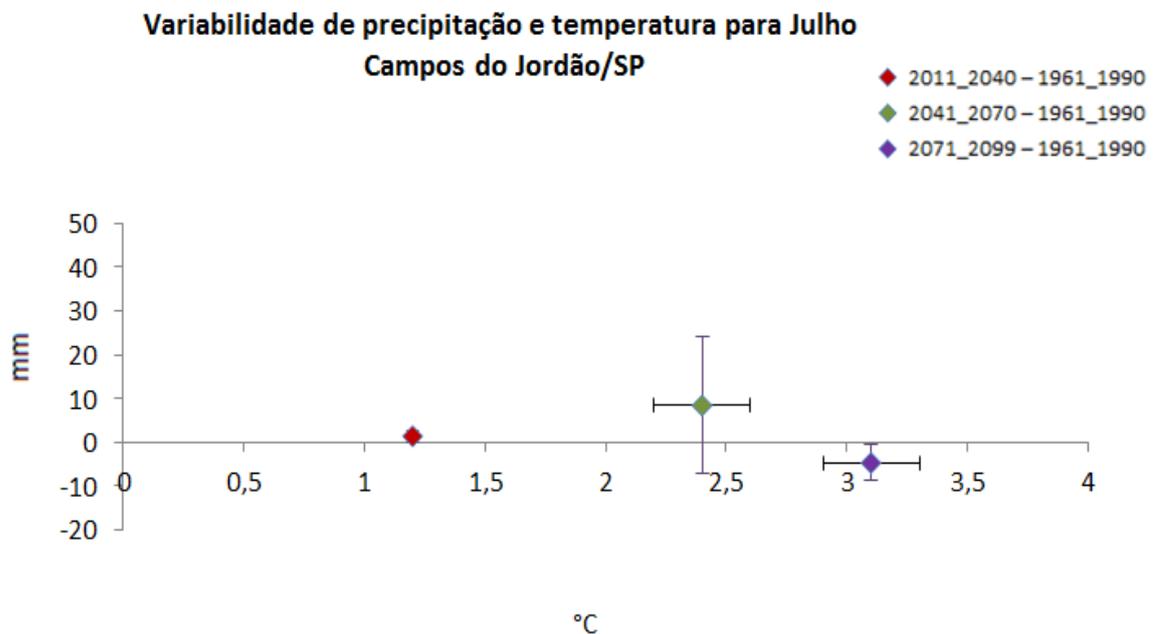


Figura 50: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para o mês de julho em Campos do Jordão-SP

Conforme os dados apresentados para os demais municípios, também se verificou para Extrema- MG o aumento da temperatura do ar até o final do século, tanto para janeiro como para julho. A precipitação total para o mês de janeiro se torna maior para o intervalo (2041-2070), ao comparar com os dados da simulação do passado (1961-1990), porém se mantém com o mesmo total para intervalo (2071-2099). Em julho, apesar do aumento da temperatura, a precipitação total se reduz consideravelmente para o final do século, indicando que poderão ocorrer anos extremamente secos (Figuras 51 e 52).

Ao se analisar as mesmas Figuras, entende-se que a variabilidade de temperatura do ar aumenta para intervalos de simulação do clima futuro, tanto para

janeiro quanto para julho, quando comparada ao intervalo de tempo 1961-1990. Em janeiro a variabilidade tanto de temperatura como de precipitação será maior para o intervalo de tempo 2071-2099, representando que este período terão maiores ocorrências de anos com temperaturas extremamente elevadas, além de anos mais chuvosos que outros.

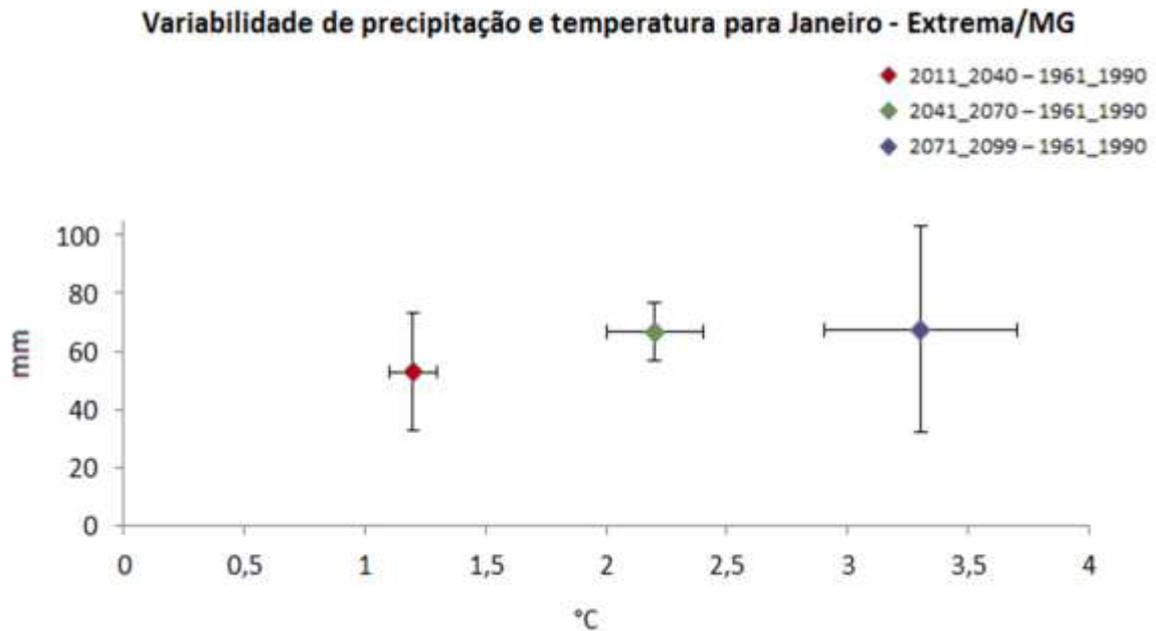


Figura 51: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para o mês de janeiro em Extrema-MG

Ao comparar os dados de simulação do clima passado (1961-1990), verifica-se que será diferenciada para janeiro e julho, sobretudo nos intervalos (2041-2070 e 2071-2099). Para 2041-2070, haverá menor variabilidade de precipitação para janeiro e maior para julho. Já para 2071-2099, essa variabilidade será maior para janeiro e menor para julho.

Contudo, percebe-se também que para todos os municípios estudados o período de inverno possui uma maior variabilidade temporal, indicando que eventos extremos tem mais chance de ocorrer (tal como o verânico do inverno de 2015).

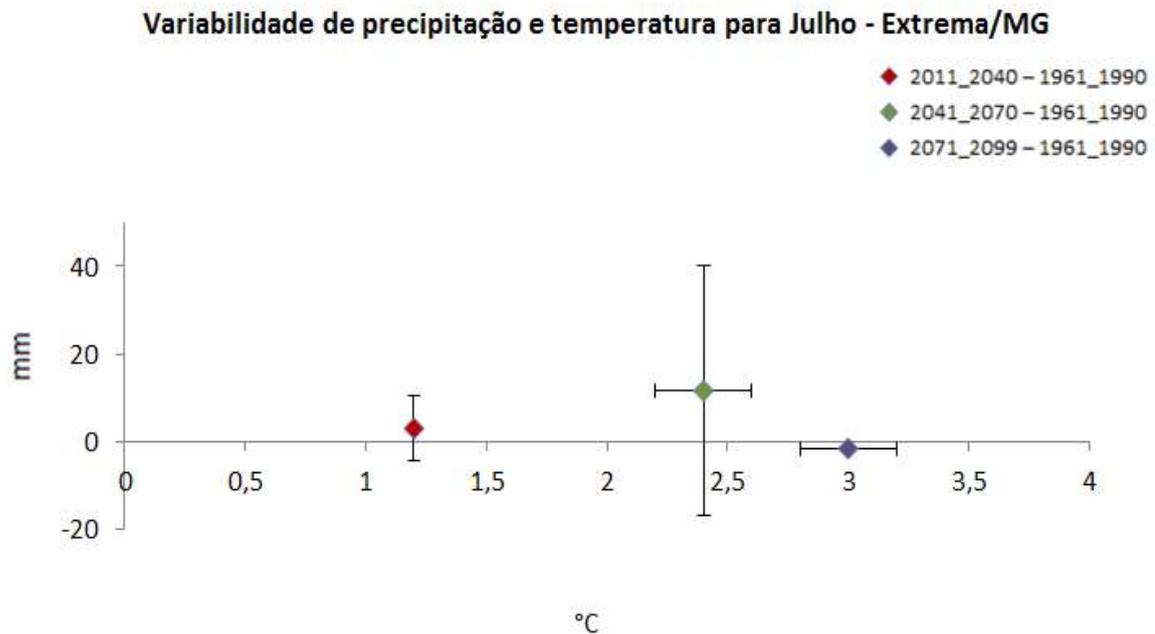


Figura 52: Variabilidade dos elementos climáticos temperatura do ar e precipitação para o mês de julho em Extrema-MG

6.4 Comparação entre os dados de simulação climática do passado e do futuro – elemento climático: precipitação – dias de chuva

Ao analisar a Figura 53, verifica-se para o município de Ubatuba-SP um aumento da média do número de dias com precipitação para o intervalo de simulação do clima futuro (2011-2040), entretanto para os demais intervalos de simulação do clima futuro (2041-2070 e 2071-2099) haverá uma baixa redução. Na comparação entre os intervalos de tempo (2011-2040 e 1961-1990), verifica-se que haverá um aumento de 98 dias chuvosos, porém para os intervalos de tempo (2071-2099 e 1961-1990) essa diferença representa uma redução de 202 dias.

Para o intervalo de simulação do clima futuro (2011-2040), haverá aumento da média do número de dias com chuva para os meses que correspondem ao primeiro semestre, exceto fevereiro, enquanto para o segundo semestre haverá redução.

Já para o intervalo de simulação do clima futuro (2041-2070), em que há redução da média do número de dias com chuva, a mesma será maior para os meses de abril e agosto. Entende-se que para esse intervalo de tempo (2041-2070), sobretudo para os meses de agosto e setembro existirá um maior prolongamento da estação seca. Contudo, a ocorrência da média de dias com chuva para novembro

será mais elevada, fato que deverá se prosseguir para o intervalo de simulação do clima futuro (2071-2099).

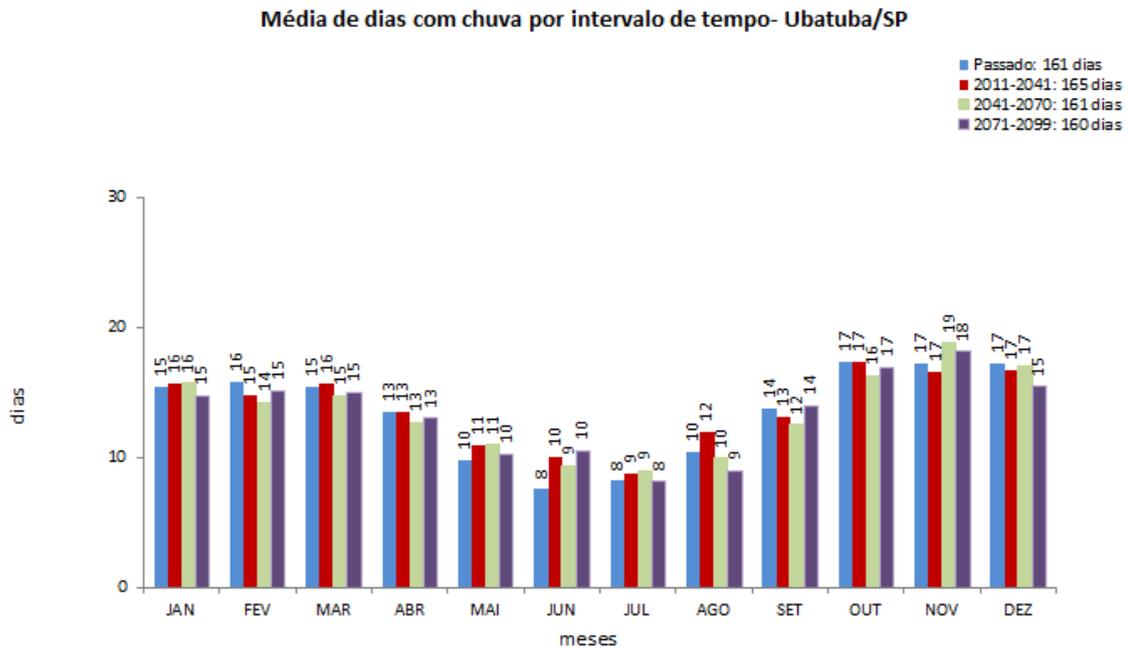


Figura 53 – Média de dias com chuva por intervalos de tempo para o município de Ubatuba-SP

Para o município de Taubaté-SP, verifica-se novamente um aumento da média do número de dias chuvosos para o intervalo de clima futuro 2011-2040, correspondendo a um total de 83 dias. Entretanto para os intervalos de clima futuro (2041-2070) haverá redução (Figura 54).

No intervalo de simulação de clima futuro (2011-2040), os meses correspondentes ao primeiro semestre do ano apresentarão a maior média do número de dias chuvosos, enquanto para o segundo semestre haverá redução, exceto para o mês de agosto. Já para o intervalo de simulação de clima futuro (2041-2070), haverá redução na média de dias chuvosos para quase todos os meses, exceto para janeiro e novembro.

Entende-se que para os meses de julho e agosto, a média de dias com precipitação será menor até o final do século. O mês de setembro também apresentará uma menor média de dias com precipitação, porém para o intervalo de simulação do clima (2071-2099) esses números voltam a ser semelhantes com os do intervalo de simulação do passado (1961-1990).

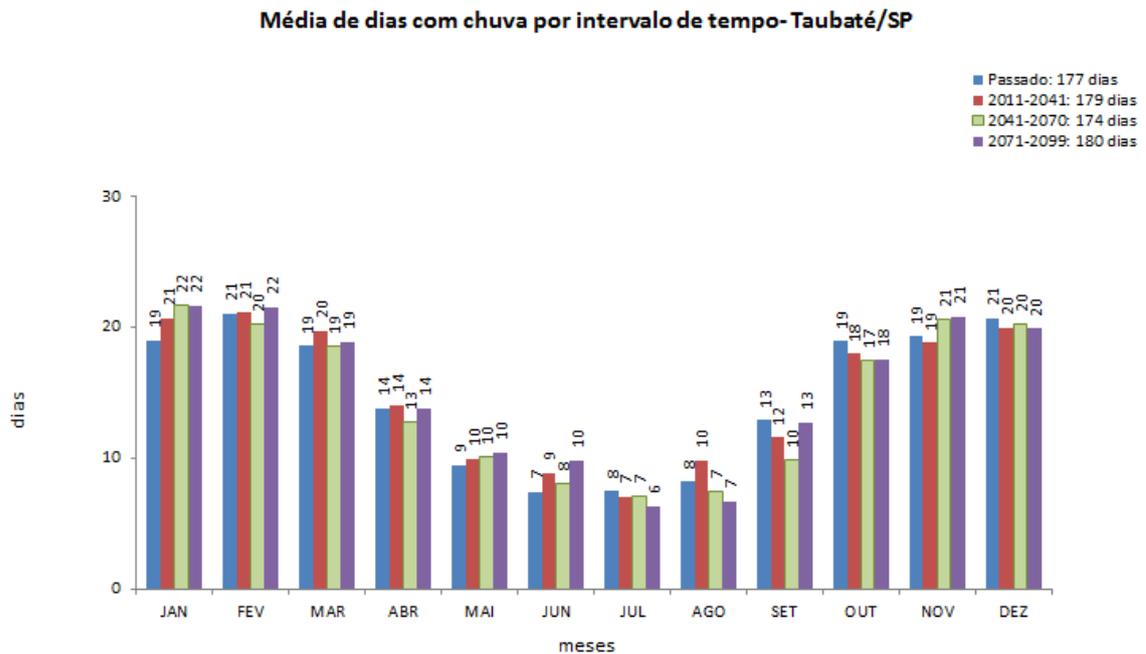


Figura 54 – Média de dias com chuva por intervalos de tempo para o município de Taubaté-SP

Conforme se verificou nos municípios anteriores, Campos do Jordão-SP também apresentará um aumento da média de dias com precipitação para o intervalo 2011-2040, sobretudo para o primeiro semestre. No entanto, ocorrerá redução para o intervalo seguinte (2041-2070), para quase todos os meses, exceto julho, novembro e dezembro (Figura 55).

Na comparação entre os intervalos de simulação climática futuro (2011 -2040) e o os intervalos de simulação do clima passado (1961-1990), verifica-se um aumento de 199 dias de chuva, porém para o intervalo final (2071-2099), haverá uma redução de 96 dias de chuva.

Para o intervalo de simulação climática futuro (2041-2070), o mês de agosto terá redução acentuada da média de dias com chuva até o final do século, contudo setembro permanece com redução para o intervalo (2041-2070), indicando que nesse período que já possui menor ocorrência de dias com chuva deverá ser ainda mais seca, prolongando a falta de dias com chuva até o mês de novembro onde as mesmas passarão a ser mais frequentes.

Contudo, o mês de outubro é o que apresenta redução da média de dias com chuva para todos os intervalos de tempo, enquanto que novembro tem uma média maior, fato que novamente explica que a ocorrência de chuva será atrasada até esse mesmo mês.

O mês de dezembro apresenta maior média de dias com chuva para os intervalos de tempo mais secos (1961-1990 e 2041-2070), porém para janeiro que é o mês seguinte haverá um aumento da média de dias com chuva, esse fato mostra que janeiro será chuvoso em todo o século.

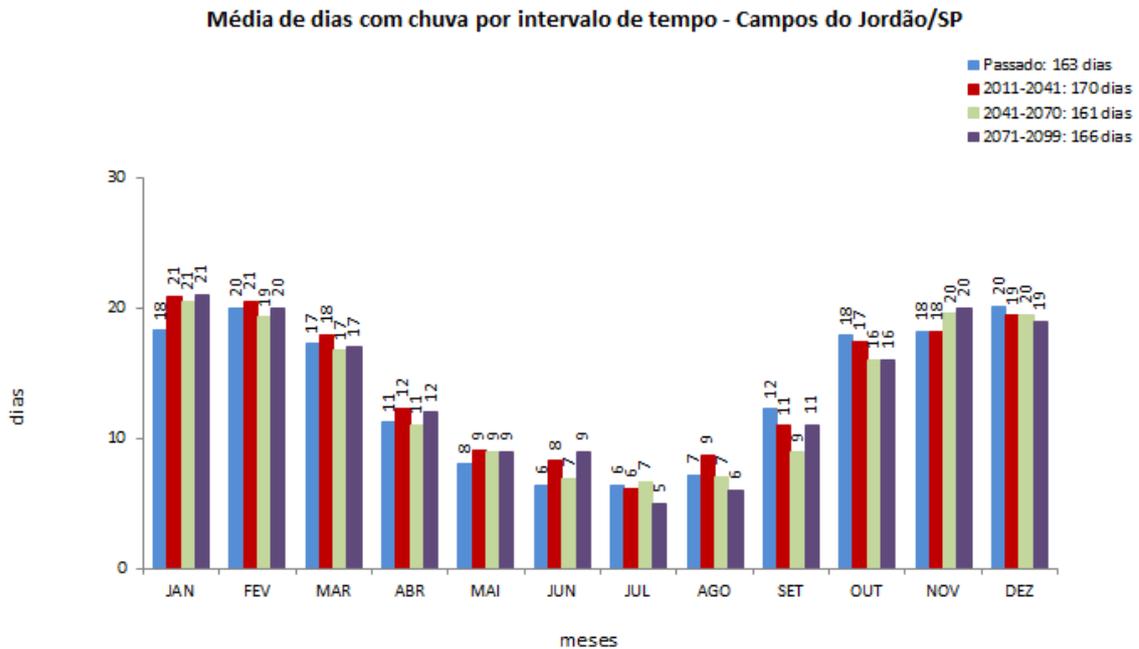


Figura 55 – Média de dias com chuva por intervalos de tempo para o município de Campos do Jordão-SP

Ao analisar a Figura 56, tem-se para Extrema-MG um aumento da média de dias com precipitação para a simulação de clima futuro (2011-2040), mostrando o que se analisou para os municípios anteriores. Ao comparar esse mesmo intervalo com o intervalo de clima passado (1961-1990), haverá um aumento de 164 dias de precipitação, em contrapartida haverá uma redução de 89 dias para o intervalo (2071-2099).

Tem-se para janeiro a junho um aumento da média de dias com precipitação para o intervalo de simulação do clima (2011-2040), já para o intervalo de simulação do clima futuro (2041-2070), a redução será sobretudo para agosto e setembro.

Para o intervalo de tempo (2071-2099), os meses de julho e agosto apresentarão redução da média de dias com chuva, enquanto para o mês de setembro haverá aumento, indicando que esse mês voltará a ter praticamente

a mesma média do passado. Entretanto, o mês de novembro tenderá a aumentar a média de dias com chuva para todo o século seguido de um período seco mais prolongado.

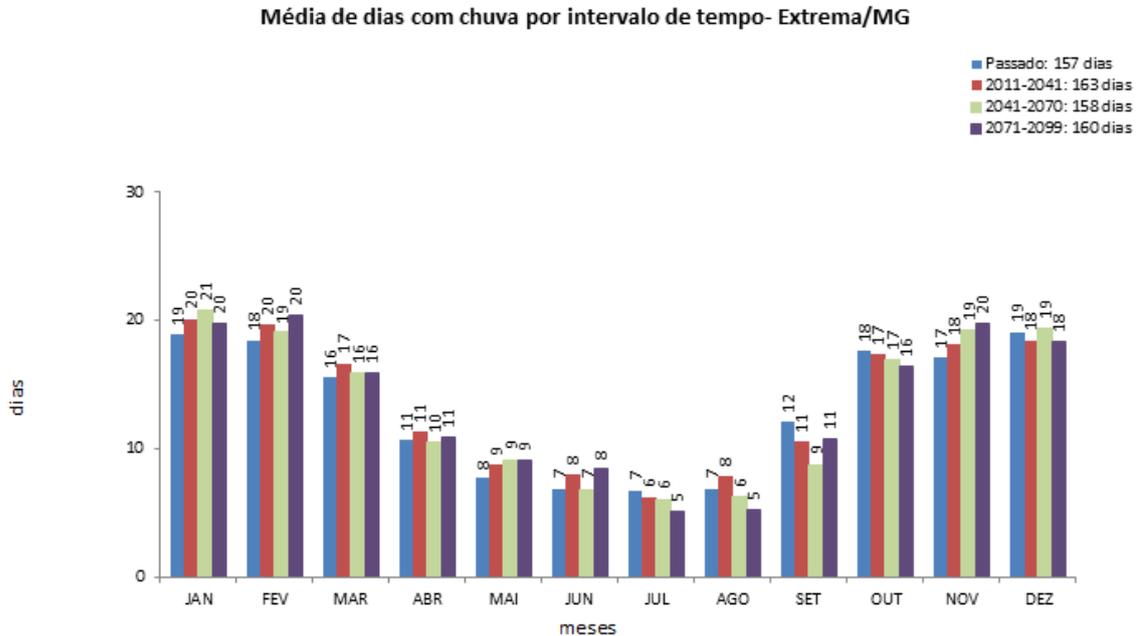


Figura 56 – Média de dias com chuva por intervalos de tempo para o município de Extrema-MG

6.5 Comunidades de palmeiras (Arecaceae) na transecção Ubatuba/SP e Extrema/MG

O levantamento na literatura especializada permitiu identificar para a região estudada onze espécies de palmeiras (Anexo 1), sendo em Ubatuba-SP, na encosta da Serra do Mar, a localidade que apresentou maior número de espécies (nove), seguido por Taubaté-SP (cinco), este localizado na calha central do Rio Paraíba do Sul. Nas localidades da Serra da Mantiqueira praticamente não ocorrem palmeiras. Em Campos do Jordão-SP, os levantamentos não indicaram a ocorrência desse grupo de plantas e em Extrema-MG, somente há registro da ocorrência da espécie *Geonoma schottiana* (Tabela 1).

A grande variação na ocorrência de palmeiras para região em estudo pode ser explicada tanto por fatores que envolvem o meio abiótico como biótico. No

primeiro caso, objeto do presente estudo, a variação causada pela topografia nos elementos do clima, pode ser o principal fator de restrição para distribuição dessas espécies, no entanto, a ocupação e a distribuição espacial das espécies também são influenciadas pela sua forma de reprodução (OLIVEIRA et al., 2014).

De acordo com Tomlinson (2006) as palmeiras não são suscetíveis ao frio, sofrem injúrias em seu sistema vascular devido à ausência de dormência fisiológica, o que restringem sua distribuição às regiões tropicais e subtropicais do planeta, exceto para Campos do Jordão-SP, onde a temperatura do ar é menor e, conseqüentemente o clima é mais frio (Tabela 2). Não se observa diferenças nos elementos climáticos tão fortes que justifiquem a ausência de quatro espécies em Taubaté-SP em relação à Ubatuba-SP e a ocorrência de uma única espécie em Extrema-MG.

Tabela 1- Palmeiras (Arecaceae) que ocorrem na transecção Ubatuba/SP e Extrema/MG

Espécie	Localidade	Campos do			
		Ubatuba-SP	Taubaté-SP	Jordão-SP	Extrema-MG
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott.) Burret		1	1	0	0
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret		1	1	0	0
<i>Bactris hatschbachii</i> Noblick ex A.J. Hend.		1	0	0	0
<i>Bactris setosa</i> Mart.		1	0	0	0
<i>Euterpe edulis</i> Mart.		1	1	0	0
<i>Geonoma elegans</i> Mart.		1	0	0	0
<i>Geonoma gamiova</i> Barb. Rodr.		1	0	0	0
<i>Geonoma pohliana</i> Mart.		1	0	0	0
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.		0	1	0	1
<i>Syagrus pseudococos</i> (Raddi) Glassman		1	0	0	0
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		0	1	0	0
Total por Localidade		9	5	0	1
Total de espécies		11			

Fonte: Adaptado do Anexo 1

No entanto, mesmo na Serra do Mar, Ubatuba-SP a distribuição de espécies se diferencia ao longo do gradiente. A maior diversidade de palmeiras é encontrada na Floresta Ombrófila Densa Submontana, ao passo que a menor está na Floresta

Ombrófila Densa Montana. Porém, independente da altitude duas espécies ocupam todas as fisionomias, a *Euterpe edulis* e *Geonoma gamiova* (OLIVEIRA et al., 2014).

Apesar da *E. edulis* apresentar ampla distribuição geográfica e alta densidade relativa, encontra ambientes preferenciais nas áreas ripárias da Mata Atlântica, onde a luminosidade chega nas clareiras dos fundos dos vales e das encostas médias (SANCHEZ et al., 1999). Situa-se em áreas sem estação seca definida, com chuvas bem distribuídas e solos úmidos (CASTRO, 2001; GOMES et al., 2005). Contudo é capaz de crescer sobre as rochas sem lançar raízes para o solo, em condições que seriam extremas para outras espécies (FISCH, 1991; CAMPOS, 2008) e também pode desenvolver-se sobre solos ácidos (SILVA, 1989; CAMPOS, 2008). Encontra-se presente em altitudes até 1.000 m, observando-se sua elevada ocorrência e abundância para a região sub-montana e montana, como ocorre na Serra do Mar (OLIVEIRA et al., 2014) e Mantiqueira (SILVA, 1989; GOMES et al., 2005). Em São José dos Campos-SP, presencia-se a sua ocorrência em altitudes superiores a 690m, em áreas com exigência de água e sombreamento (SILVA, 1989) e na Serra do Mar em São Luís do Paraitinga-SP, a mesma alcança altitudes em torno de 1.000m (SARAIVA, 2010; PADGURSCHI, 2011).

No entanto, a forte restrição fisiológica das palmeiras pode limitar a sua distribuição, principalmente considerando um cenário de mudanças climáticas. Diante de um possível aumento na temperatura do ar (0,5°C) a maior diversidade de espécie poderá ocorrer a 550m, sendo que atualmente está presente a 460m de altitude (FISCH; TOLEDO, 2011).

Os resultados de simulações de tempo futuro, indicam prováveis diferenças nos números de dias com temperaturas inferiores a 10°C. Essas simulações apontam que para o intervalo de tempo 2011-2040, Campos do Jordão-SP apresentará número de dias com temperatura inferiores a 10°C reduzidos, favorecendo a ocorrência das palmeiras, se este for de fato o fator que as restringem.

Para as espécies de mais ampla distribuição na região como *Euterpe edulis* e *Syagrus romanzoffiana* (GOMES et al., 2005; D'ORAZIO, 2012) esperava-se encontrar registros de ocorrência também em Extrema-MG (Tabela 1; Anexo 1). Fatores como fragmentação florestal, histórico de uso e ocupação do solo, bem como ausência de organismos dispersores podem estar limitando a ocorrência das palmeiras (SVENNING, 1999; SVENNING et al., 2009). Porém, para esta localidade

somente ocorre a espécie *Geonoma schottiana*, indicada para áreas de floresta montana (OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2000) e para floresta estacional semidecidual (FREITAS, 2010).

Tudo indica que a própria localização de Extrema-MG, na face oposta da Serra da Mantiqueira, voltada para o interior mineiro, promove um ambiente mais seco que a face voltada para o Vale do Paraíba (YAMAMOTO, 2009), o que também pode ser observado na Tabela 2. Uma vez que a riqueza das palmeiras é reconhecidamente influenciada por fatores como clima, solo, topografia e hidrologia (BALSLEV et al., 2012), assim as diferenças entre as faces da mesma serra podem contribuir para a ausência de espécies de palmeiras como as observadas em Taubaté-SP, por exemplo.

Na região de Extrema-MG, encontra-se entre as famílias de maior riqueza, a presença de Rubiaceae, abundante em lugares que respondem negativamente à temperatura do ar, enquanto que o número de espécies responde positivamente à precipitação (PUNYASENA et al., 2008; MEIRELES et al., 2014). Esse fato sugere que um fator contribuinte para a pouca ocorrência das palmeiras nessa localidade seja a frequência de dias com baixa temperatura.

As simulações climáticas indicam que além do fato da temperatura do ar aumentar e ocorrer a diminuição do número de dias com temperaturas inferiores a 10°C, pressupõe-se que as palmeiras atualmente restringidas de ocorrerem na Serra da Mantiqueira devido ao clima frio, sejam futuramente favorecidas.

A tendência das palmeiras será mover-se em direção as altas altitudes (temperatura mais frias), em contrapartida a riqueza irá se reduzir nas áreas baixas, zonas vulneráveis devido ao aumento da temperatura do ar (FISCH; TOLEDO, 2011). Ao migrarem para altitudes mais elevadas, no entanto, deverão encontrar palmeiras que lá existiam antes do aquecimento, como no caso de *Geonoma schottiana*. Dessa forma, apesar de algumas espécies terem sua área de ocorrência ampliada, outras poderão sofrer competição com as palmeiras migrantes, além da chegada de patógenos e predadores que aí não existiam antes, como discutido por Laurance et al. (2011). Estudos sugerem que as espécies devem responder as mudanças climáticas migrando para outros habitats, que permanecer no mesmo lugar tolerando o novo ambiente (FISCH; TOLEDO, 2011), estas espécies não apresentam tolerância fisiológica (TOMLINSON, 2006), não são capazes de serem suscetíveis de evolução diante de temperaturas elevadas. Desta forma,

preferem manter a sua presença em climas adequados para a sua sobrevivência, como também prevê outras espécies, mesmo da fauna (VASCONCELOS; NASCIMENTO, 2016).

Tabela 2- Valores médios e desvios padrões das variáveis climáticas de temperatura do ar e precipitação sazonal e intrasazonal por intervalo de tempo (1961-1990; 2011-2040; 2041-2070 e 2071-2099), para os municípios de Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão- SP e Extrema-MG.

VARIÁVEL	Ubatuba-SP	Taubaté-SP	Campos do Jordão- SP	Extrema-MG
1960-1990				
Precipitação anual (mm)	167,1 (± 24,2)	158,1 (± 21,0)	105,9 (± 13,6)	150,2 (± 25,8)
Temperatura anual (°C)	20,6 (± 0,5)	18,8 (± 0,5)	16,6 (± 0,5)	18,3 (± 0,5)
Precipitação – janeiro (mm)	210,1 (± 100,5)	217,4 (± 70,5)	141,4 (± 38,4)	217,5 (± 63,7)
Temperatura- janeiro (°C)	22,8 (± 0,6)	20,8 (± 0,7)	18,6 (± 0,6)	20,0 (± 0,6)
Precipitação – julho (mm)	76,8 (± 45,0)	55,7 (± 43,6)	39,4 (± 32,4)	56,1 (± 48,0)
Temperatura- julho (°C)	17,9 (± 0,9)	15,6 (± 1,0)	13,8 (± 1,0)	15,0 (± 1,0)
Nº dias chuva -janeiro	15	19	18	19
Nº dias chuva -julho	8	8	6	7
Seca (Estiagem)*	12	35	58	35
Média dias/ano - inferior a 10°C	0	4,4	14	5,2
2011-2040				
Precipitação anual (mm)	179,0 (± 27,4)	173,8 (± 27,7)	117,1 (± 18,2)	162,2 (± 30,9)
Temperatura anual (°C)	21,9 (± 0,5)	20,3 (± 0,5)	18,2 (± 0,7)	19,8 (± 0,6)
Precipitação – janeiro (mm)	225,3 (± 95,2)	278,2 (± 84,1)	185,0 (± 57,4)	270,5 (± 83,9)
Temperatura- janeiro (°C)	23,7 (± 0,6)	22,0 (± 0,8)	19,8 (± 0,7)	21,2 (± 0,7)
Precipitação – julho (mm)	89,2 (± 49,1)	57,6 (± 47,7)	40,4 (± 33,8)	59,1 (± 55,4)
Temperatura- julho (°C)	19,1 (± 1,0)	17,0 (± 1,2)	15,0 (± 1,0)	16,5 (± 1,0)
Nº dias chuva -janeiro	16	21	21	20
Nº dias chuva -julho	9	7	6	6
Seca (Estiagem)*	14	32	48	37
Média dias/ano - inferior a 10°C	0	1,5	6,2	2,3
2041-2070				
Precipitação anual (mm)	187,8 (± 35,0)	175,2 (± 24,9)	120,2 (± 18,7)	171,5 (± 32,1)
Temperatura anual (°C)	22,8 (± 0,4)	21,4 (± 0,7)	19,2 (± 0,7)	20,9 (± 0,7)
Precipitação – janeiro (mm)	242,4 (± 99,7)	276,4 (± 98,2)	187,4 (± 51,4)	284,1 (± 73,7)
Temperatura- janeiro (°C)	24,8 (± 0,5)	23,2 (± 0,8)	20,9 (± 0,7)	22,2 (± 0,8)
Precipitação – julho (mm)	92,4 (± 73,8)	67,3 (± 62,7)	47,4 (± 48,1)	67,7 (± 76,5)
Temperatura- julho (°C)	20,1 (± 0,8)	18,2 (± 1,2)	16,2 (± 1,2)	17,7 (± 1,2)
Nº dias chuva -janeiro	16	22	21	21
Nº dias chuva -julho	9	7	7	6
Seca (Estiagem)*	10	36	53	48
Média dias/ano - inferior a 10°C	0	0,7	3,2	1,2
2071-2099				
Precipitação anual (mm)	184,5 (± 26,0)	179,5 (± 23,3)	123,5 (± 17,0)	175,8 (± 31,1)
Temperatura anual (°C)	23,7 (± 0,6)	22,4 (± 0,6)	23,3 (± 0,6)	21,9 (± 0,6)
Precipitação – janeiro (mm)	182,2 (± 88,7)	266,6 (± 77,7)	179,5 (± 49,4)	284,9 (± 99,2)
Temperatura- janeiro (°C)	25,7 (± 0,9)	24,3 (± 1,0)	21,9 (± 0,9)	23,3 (± 1,0)
Precipitação – julho (mm)	91,2 (± 50,6)	54,7 (± 38,7)	34,3 (± 28,3)	54,5 (± 48,4)
Temperatura- julho (°C)	20,7 (± 0,9)	19,0 (± 1,2)	16,9 (± 1,2)	18,3 (± 1,2)
Nº dias chuva -janeiro	15	22	21	20
Nº dias chuva -julho	8	6	5	5
Seca (Estiagem)*	7	29	48	38
Média dias/ano - inferior a 10°C	0	0,6	1,6	0,7

* Total de meses referentes aos anos por intervalo de tempo

A compreensão dos mecanismos pelo qual as espécies e os ecossistemas podem ser afetados pelas mudanças climáticas se tornou maior, sabe-se que estes

responderão diante desse desafio, adaptando-se ou migrando. A distribuição das espécies na Terra tende a mudar radicalmente, com possíveis efeitos em diferentes níveis de biodiversidade, redes tróficas serão afetadas e todo o funcionamento do ecossistema estará seriamente prejudicado (BELLARD et al., 2012). Contudo, o conhecimento que se faz, com o uso de simulações futuras possibilita a busca de soluções para que um menor impacto possível ocorra para os seres vivos diante das mudanças climáticas.

7 CONCLUSÃO

Levando-se em conta a simulação do clima dos municípios Ubatuba-SP, Taubaté-SP, Campos do Jordão-SP e Extrema-MG, verificou-se que estes apresentaram um aumento médio da temperatura do ar para todo o século, podendo no intervalo final (2071-2099) atingir valores entre 3,1 a 3,7°C. Campos do Jordão-SP, apesar de sua temperatura ser a menor devido à altitude, teve o maior aumento da temperatura média do ar, ao passo que, em Ubatuba-SP, essa diferença foi menor. Embora os maiores índices de precipitação total mensal tenham sido para Ubatuba-SP, os maiores aumentos entre os intervalos de tempo (2011-2040, 2041-2070 e 2071-2099), ocorreram para Extrema-MG e Taubaté-SP. Para Campos do Jordão-SP e Ubatuba-SP, ocorreram o menor aumento da precipitação total mensal, indicando que, para o primeiro município, o aumento da temperatura não será acompanhado da precipitação, ao passo que para o segundo, o menor aumento das variáveis sugere que as mudanças climáticas locais serão menos intensas.

Para a escala de tempo intrasazonal, o mês de janeiro apresentou um aumento da temperatura entre 2,9 a 3,5°C para o fim do século XXI. Destes, Taubaté-SP tem maior aumento da temperatura para os intervalos de tempo, acompanhado pelo relativo aumento da precipitação total mensal para esse mês. Verificou-se ainda, o aumento da precipitação total mensal para todos os municípios, entretanto havendo baixa redução da mesma para o intervalo final (2071-2099), exceto para Extrema-MG.

A média de dias com chuva para todos os intervalos de tempo estão entre 15 a 22 dias. No entanto, ao se verificar a variabilidade temporal constatou-se que a mesma será diferenciada especialmente após meados do século. Haverá maior variabilidade de precipitação, sobretudo para o intervalo 2041-2070, representando que embora ocorra mais chuva, a mesma não estará bem distribuída no decorrer dos anos.

Em julho, o aumento da temperatura do ar ficou entre 2,8 a 3,4°C até o final do século, sendo maior para o município de Taubaté-SP e menor para Ubatuba-SP. Admite-se que há um aumento no total mensal de precipitação para todos os municípios, sobretudo para Ubatuba-SP e Extrema-MG (13,0 e 5,7 mm). Entretanto, haverá redução total de precipitação para o intervalo final (2071-2099), assemelhando-se aos mesmos do passado, exceto para Ubatuba-SP.

Para esse intervalo (2071-2099), podem ocorrer anos mais secos, devido à variabilidade e a da redução de dias com chuva. Porém, a maior variabilidade temporal será para o inverno, indicando que prováveis extremos climáticos deverão ocorrer na região, sobretudo nesse período do ano.

O mês de setembro apresentou uma redução no total de precipitação até o intervalo (2041-2070) para os municípios de Taubaté-SP e Campos do Jordão-SP. Sendo que em Extrema-MG ela ocorreu somente nesse intervalo. Nessa conjuntura, a estação chuvosa que normalmente ocorre em outubro deverá iniciar-se em novembro, o que poderá contribuir para a ocorrência de chuvas ainda mais acentuadas para esse mês. Para o intervalo final (2071-2099) esses dados de precipitação para setembro devem voltar a se comparar aos do passado muito embora a temperatura continue elevando-se. Para Ubatuba-SP, a resposta da precipitação frente ao aumento da temperatura parece ter comportamento diferente: a elevação da temperatura poderá contribuir para o aumento das massas úmidas de ar, possibilitando o adiantamento da precipitação para setembro e outubro, meses que se apresentam aumento contínuo de precipitação até o intervalo final (2071-2099).

As simulações de clima futuro também apontam a diminuição do número de dias com temperaturas inferiores a 10°C para a região, o que propiciará a migração de algumas espécies de palmeiras do domínio da Mata Atlântica, atualmente presentes em Ubatuba-SP e na região do Vale do Paraíba, para as áreas de altitudes mais elevadas da Serra da Mantiqueira, onde o clima frio do passado restringia o seu desenvolvimento.

Sugere-se desta forma, outros estudos para a região que levem em consideração os demais cenários climáticos propostos pelo IPCC, bem como novas análises de simulação climática na resolução espacial maior (por exemplo de 5 x 5 km). Considerando a Mata Atlântica de imprescindível importância biológica, outras famílias botânicas além da Arecaceae deveriam ser estudadas frente às mudanças climáticas para a localidade, de forma que possibilite a criação de estratégias e projetos para a recuperação das áreas degradadas e de preservação ambiental. Outro ponto que também pode ser estudado é simular o valor potencial de ocorrência destas espécies nativas com alto valor para agrobiodiversidade (por exemplo o palmito juçara *Euterpe edulis*) em outras regiões.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVARES; C.A.; STAPE, J.L; SENTELHAS, P.C; GONÇALVES, J.L.M., SPAVOREK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Rev. Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2014.

ALVES, L.M.; MELO, A.B.C.; CHOU, S.C.; NOBRE, P. Estudo comparativo entre a precipitação sazonal simulada pelo modelo ETA e observada sobre o Brasil. **XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

ARTAXO, P. Dossiê Clima. **Revista Usp**. São Paulo, n.103, p. 8-12, 2014.

ASSAD, E.; PINTO, H. S. **Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil**. São Paulo-SP: EMBRAPA/ UNICAMP, 2008. 84 p.

BALSLEV, H.; DURÁN, Z.P.; PEDERSEN, D.; EISERHARDT, W.L; ASTURIZAGA, A.S; ZAMBRANA, N. P. Subandean and adjacent lowland palm communities in Bolívia. **Ecologia en Bolívia**, La Paz, v.47, n.1, p.7-36, 20.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A.V.M; CORVALAN,C.; GURGEL, H.C.; CARVALHO,M.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.

BELLARD, C.; BERTERLSMEIR, C.; LEADLEY, P.; THUILLER, W.; COURCHAMP, F. Impacts of climate change on the future of biodiversity. **Ecology letters**. n.15, p.365-377, 2012.

BERTOLDO, E. Registro de Floresta Ombrófila Mista nas regiões sudoeste e sul do Estado do Paraná, Brasil, durante o Pleistoceno/Holoceno. **Hoehnea**, São Paulo, v. 41, n.1, p. 1-8, 2014.

BRASIL. Lei 9.433/97 [Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos], 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1º da Lei 8.001, de 13 de Março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de Dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, de 9.1.1997.

BRASIL. Lei 11.428 [Lei da Mata Atlântica], 22 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, de 26.12.2006.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima: guia sobre mudanças climáticas**. Brasília-DF: MCT, 2009.

CAMPOS, M.C.R. **Relação da composição e estrutura do componente arbóreo com variáveis microtopográficas e edáficas da Floresta Ombrófila Densa-**

Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, SP. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

CANHOS, V. P.; SIQUEIRA, M.; MARINO, A.; CANHOS, D. **Análise da vulnerabilidade da biodiversidade brasileira frente às mudanças climáticas globais.** Brasília-DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008. 117 p.

CASTRO, A.G. **Levantamento florístico de um trecho de Mata Atlântica na estação ecológica de Bananal, Serra da Bocaina, São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Ciências e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

CEMADEN. **Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/municipiosprio.php>>. Acesso em: 25 de agosto de 2015.

CHOU, S.C; LYRA, A.; MOURÃO, C.; DEREZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J.; BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P.; SILVA, A.; RODRIGUES, D.; CAMPOS, D.; CHAGAS, D.; SUEIRO, G.; SIQUEIRA, G.; NOBRE, P.; MARENGO, J. Evaluation of the ETA simulations nested in the three Global Climate Models. **American Journal of Climate Change**, n.3, p. 438-454, 2014.

COLOMBO, A. F. **Consequências potenciais das Mudanças Climáticas Globais para espécies arbóreas da Mata Atlântica.** 86 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2007.

COMIM, F.; CORREA-MACANÃ E.; Mudança climática e desenvolvimento humano: uma análise baseada na Abordagem das Capacitações de Amartya Sen. **Economia, Sociedade y Território**, v.13, n. 43, p.577-618, 2013.

CONSORCIO PJC. Sistema Cantareira: Um mar de desafios. Versão 1.1 - **Compilado de Textos, Informações e Subsídios voltados a Renovação da Outorga do Sistema Cantareira.** 2013. Disponível em: <http://agua.org.br/apresentacoes/71557_ApostilaCantareira-ConsorcioPCJ.pdf> Acesso em: 05 de janeiro de 2015.

DIAS, G.F. **Mudança Climática e você.** São Paulo. Gaia. 2014, 267 p

D'ORAZIO, F. A. E. **Composição e estrutura de florestas aluviais do Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul, SP.** 2012. 103 p. il. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2012.

DOURADO, F.; ARRAES, T. C.; SILVA, M. F. O Megadesastre da Região Serrana do Rio de Janeiro: as causas do evento, os mecanismos dos movimentos de massa e a distribuição espacial dos investimentos de reconstrução no pós-desastre. **Anu. Inst. Geociência**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p.43-54, 2012.

EMPLASA – EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO. **Estudo da Morfologia e da Hierarquia Funcional da Rede Urbana Paulista e Regionalização do Estado de São Paulo**. Relatório 9. Seminário Rede Urbana e Regionalização do Estado de São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/ProjetosEstudos/Relatorios/Novosrelatorios_8-8/Relat%C3%B3rio%209%20-%20Semin%C3%A1rio_%20EDI%C3%87%C3%83OFINAL.pdf. Acesso em: 01 de agosto de 2015.

FERREIRA, P.C.; FISCH, S.T.V. Formações Vegetais. p. 37-54. In: **A Biologia e a Geografia do Vale do Paraíba- Trecho Paulista**. Ferreira, P.C (Coord). São José dos Campos: IEPA, 2007, 192 p.

FERREIRA, V. **Variabilidade de precipitação em Taubaté**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Universidade de Taubaté – Departamento de Ciências Agrárias, Taubaté, 2009. 103 p.

FIORAVANTI, C. Círculos do Tempo. **Revista pesquisa Fapesp**, Brasil, n. 213, p. 41-45, 2013. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2013/11/040_045_Book_214.pdf> Acesso em: 07 de julho de 2015.

FISCH, G. F. **Distribuição da precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba (SP)**, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, São Paulo, 1999.

FISCH, G.; FOLHES, M.T. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Ambiente & Água**, v. 1, n. 1, p.61-71, 2006.

FISCH, S.T.V. **Dinâmica de Euterpe edulis Mart na floresta Ombrófila Densa Atlântica em Pindamonhangaba-SP**. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, 1998.

FISCH, S.T.V.; GOMES, E.P.C. Métodos de amostragem de palmeiras (Arecaceae) e estudo de caso na restinga de Ubatuba, São Paulo, Brasil. In: Pedro Vasconcelos Einsenlor; Jeanine Felfili (in memorian); Maria Margarida da Rocha Fiuza de Mello; Leonaldo Alves de Andrade; João Augusto Alves Meira Neto. (Org.) **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de caso**. Viçosa: Editora UFV, 2015, v.2, p.97-118

FISCH, S.T.V.; TOLEDO, M.C.B. Influence of climate change in palms (Arecaceae) richness distribution along an altitudinal gradient in Atlantic Rains Forest, Brazil. In: **3rd IIEAPS Science Conference, 2011**, Garmisch-Partenkirchen, Abstracts from 3rd IIEAPS Science Conference, 2011.

FRANÇA, G.S.; STEHMANN, J.R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Rev. Brasil Bot.**, v.27, n.1, p.19-30, 2004.

FREITAS, H.S. **Caracterização florística e estrutural do componente arbóreo de 3 fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual da região leste do Vale do Paraíba, São Paulo**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Biociências- Departamento de Botânica. Universidade de São Paulo, 2010.

GARCIA, M.J.; OLIVEIRA, P.E. A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, SE Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.131, n. 3, p.181-199, 2004.

GONÇALVES, C. W. P. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro. Civilização Brasileira, 2006, 461p.

GOMES, E.P. C.; FISCH, S.T.V.; MANTOVANY, W. Estrutura e composição do componente arbóreo na reserva ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba, SP, Brasil. **Acta Bot.Bras.**, v.19, n.3, p 451-464, 2005.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. **Balanco hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil**. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v.2, n. 2, p.36-46, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em números** = Brazil in figures. /Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Brasília: IBGE, 2012. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/brasilnumeros/Brasil_numeros_v20_2012.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2014.

IVANISSEVICH, A.; WUENSCH, C. A.; ROCHA, J. F. V. da (Org.). **Astronomia hoje**. / Alicia Ivanissevich; Carlos Alexandre Wuensch; Jaime Fernando Villas da Rocha. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2010. 168 p.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Informações do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. 2015. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br/dados/>>. Acesso em 12 de junho de 2015.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **6º Relatório Científico do Projeto BESM/FAPESP**. 2016. Disponível em: <<http://besm.ccst.inpe.br/>>. Acesso em 2 de abril de 2016.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). **Climate Change 2001: The scientific basis**. Contribution of working group I to the third assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2001. 881 p.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). **Mudança do Clima - 2007: A Base das Ciências Físicas**. Sumário para os Formuladores de Políticas. Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de avaliação do IPCC. Programa das Nações Unidas

para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM). Cambridge University Press, Cambridge-UK and New York- USA, 2007. 996 pp. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg1-spm.pdf>>. Acesso em: 27 de março de 2014.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). **Mudança do Clima - 2013: A Base das Ciências Físicas** (*Final Draft Underlying Scientific-Technical Assessment*). Grupo de Trabalho do Quinto Relatório de avaliação do IPCC. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM): Estocoma, 2013. Disponível em: <http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_FinalDraft_All.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2014.

JOLY, C. A.; COLOMBO, A. F. Brazilian Atlantic Forest latu sensu: the most ancient Brazilian Forest, and a biodiversity, is highly threatened by climate change. **Revista Braz.J.Biol.**, v.70, n.3 p.697-708, 2010.

JOLY, C.A.; LEITÃO F., SILVA, H.F. O patrimonio florístico. In **Câmara, I.G (Coord.) “Mata Atlântica”**. Rio de Janeiro, Editora Index & Fund. SOS Mata Atlântica & Fund. Banco do Brasil, p. 94-125, 1991

LAURANCE, W.F.; USECHE, D.C.; SHOO, L.P.; HERZOG, S.K., KESSLER, M.; ESCOBAR, F.; BREHM, G.; AXMACHER, J.C.; CHEN, I.; GAMEZ, L.A.; HIETZ, P.; FIEDLER, K.; PYRCZ, T.; WOLF, J.; MERKORD, C.L.; CARDELUS, C.; MARSHALL, A.R.; AH-PENG, C.; APLET, G.H.; AARIZMENDI, M.; BAKER, W.L.; BARONE, J.; BRÜHL, C.; BUSSMANN, R.W.; CICUZZA, D.; EILU, G.; FAVILA, M.E.; HEMP, A.; HEMP, C.; HOMEIER, J.; HURTADO, J.; JANKOWSKI, J.; KATTÁN, G.; KLUGE, J.; KRÖMER, T.; LEES, D.C.; LEHNERT, M.; LONGINO, J.T.L.; LOVETT, J.; MARTIN, P.H.; PATTERSON, B.D.; PEARSON, R.G.; PEH, K.S.; RICHARDSON, B.; RICHARDSON, M.; SAMWAYS, M.J.; SENBETA, F.; SMITH, T.B.; UTTERIDGE, T.M.A.U.; WATKINS, J.E.; WILSON, R.; WILLIAMS, S.E.; THOMAS, C.D. Global warming elevation ranges and the vulnerability of tropical biota. **Biological Conservation**. Austrália, v. 144, n.1, p. 548-557, 2011.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R.K.P.; OLIVEIRA, M.D.M. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. **Biota Neotrópica**, v. 8, n. 3, p. 69-82, 2008.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. 6ª ed. São Paulo: Nacional, 1975. 360 p.

MACHADO, M. A. **Mudanças climáticas globais, um estudo de caso da variação da temperatura do ar e seus impactos no município de Ubatuba, litoral norte de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, 2009, 178 p.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências Hidrológicas Da Bacia Do Rio Paraíba Do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.2, p. 215-226, 2005.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – MMA- Secretaria de Biodiversidade e florestas, 2006, 212 p.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SALATI, E.; AMBRIZZI, T. **Caracterização do clima de referência e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**: sumário técnico. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade – DCBio, 2007. 50 p.

MARTINEZ, P. H. **História ambiental no Brasil**: pesquisa e ensino. São Paulo: Cortez, 2006, 120 p.

MCCARTNEY, A. Ahead of the Curve: scientist's work links fossil fuels, carbon emissions/ By Anna McCartney. **Erie Times-News** [GoErie.com], 2011.

MEIRELES, L.D. **Florística das fisionomias vegetacionais e estruturas da floresta alto-montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira-MG**. Dissertação de mestrado em Biologia Vegetal. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

MEIRELES, L.D; KINOSHITA, L.S; SHEPHERD, G.H. Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**. v.65, n.4, p. 831-859, 2014.

MELLO-THERY, N. A.; CORREIA, B. O. Pressão urbana em áreas de florestas: história e conflitos políticos da proteção ambiental. **Rev. Mercator de Geografia da UFC**, v. 8, n. 16, p. 33-44 2009.

MESINGER F. Ablocking for representation of mountains in atmospheric models. **Rev. Meteor. Aeronaut.**, v.44, p.195-202, 1984.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília-DF, 2002, 404p. Disponível em: <http://www.mma.gov/estruturas/chm_arquivos/biodvbr.pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

MORAN, E. F. **Meio Ambiente e Ciências Sociais: interações homem-ambiente e sustentabilidade**. São Paulo: Ed.Senac , 2011, 307 p.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotrópica**, n.32, p.786-792, 2000.

MOURA, E.A. **Déficit de chuvas no Brasil vem aumentando nas últimas décadas**. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/deficit_de_chuvas_no_brasil_vem_aumentando_nas_ultimas_decadas/21532/> Acesso em: 10 de janeiro de 2015.

MOURA, R. G.; HERDIES, D. L.; MENDES, D.; MENDES, M.C.D. Avaliação do modelo regional ETA utilizando as análises do CPTEC e NCEP, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.25, n. 1, mar. 2010.

MYERS, N.; MITTERMEIR, G.; FONSECA, G.A.B., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403 p.853-858, 2000.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES. Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change. Washington, DC: **The National Academies Press**, 2016, 200 p.

NOAA-NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Greenhouse gas benchmark reached 2015**. Disponível em: <http://research.noaa.gov/News/NewsArchive/LatestNews/TabId/684/ArtMID/1768/ArticleID/11153/Greenhouse-gas-benchmark-reached.aspx> />. Acesso em 15 de maio de 2015.

NOBRE, A.D. O futuro climático da Amazônia; **Relatório de Avaliação Científica**. São José dos Campos, Brasil. Edição ARA, CCST-INPE e INPA, 42 p. 2014.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E.D.; OYAMA, M.D. Mudança ambiental no Brasil. Em Terra na estufa. Ed. Especial. Scientific American Brasil, n.12, p.70-75, 2005.

NOBRE, C. A.; REID, J.; VEIGA, A. P. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas**. São José dos Campos/SP: Rede Clima/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 44 p. 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A.; FONTES, M.A. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotrópica**. v.32 n.4, p.793-810, 2000.

OLIVEIRA, K.; FISCH, S.T.V.; DUARTE, J.S.; DANELLI, M.F.; MARTINS, L.F.S.; JOLY, C.A. Estrutura e distribuição espacial de populações de palmeiras em diferentes altitudes na Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v.65, n.4, p. 1043-1055, 2014.

PACHECO, M.R.P.S.; HELENE, M.E.M. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO₂. **Estud. av.** São Paulo, v.4, n. 9, p. 204-220, 1990.

PADGURSCHI, M.C.C.; PEREIRA, L.S.; TAMASHIRO, J.Y.; JOLY, C.A. Composição e similaridade florística entre duas áreas de floresta Atlântica Montana, São Paulo, Brasil. **Biota Neotrópica**, v.11, n.2, p.139-152. 2011.

PBMC - PAINEL BRASILEIRO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Base Científica das Mudanças Climáticas: Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo GT1**. Rio de Janeiro, Brasil: PBMC, 2014. 464 p. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/publicacoes/relatorios-pbmc/MCTI_PBMC_Sumario%20Executivo%204_Finalizado.pdf>. Acesso em: 05 de agosto de 2015.

PEREIRA-SILVA, E.F.L, HARDT, E.; FRANCISCO, C.E.S. Caracterização Florística da vegetação lenhosa de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, Campos do Jordão, SP. **Holos Environment**. v.7, n.2, p.154-170, 2007.

PESQUERO, J.F.; CHOU, S.C.; NOBRE, A.N.; MARENGO, J.A. Climate downscaling over South America for 1961-1970 using the ETA Model. **Theoretical and Applied Climatology**. v.99, n.1, p.75-93, 2010.

PNA-PROGRAMA NACIONAL DE ADAPTAÇÃO. **Grupo executivo do Comitê Interministerial de Mudança do Clima**- Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 370p. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao>>. Acesso em: de 28 de julho de 2015.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Mundo tem 2,2 bilhões de pessoas pobres ou quase pobres, adverte Relatório do PNUD**, 2014. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=3910>>. Acesso em: 01 de julho de 2014.

PNUMA-PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Metano no Ártico: Uma incógnita do aquecimento global**, 2008. http://www.brasilpnuma.org.br/saibamais/A_Degelo_Artico_UNEP_Yearbook_2008_0408.pdf>>. Acesso em: 25 de julho de 2015.

PUNYASENA, S.W.; ESHEL, G.; MCELWAIN, J.C. The influence of climate on the spatial patterning of Neotropical plant families. **Journal of Biogeography**. n.35, p.117-130, 2008.

RAMIRES, M.C.V.; ORSINI, J.A.M. Desempenho dos Modelos Climáticos do IPCC em simular a precipitação presente e futura sobre o território brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis, 2006.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, n. 142, p.1141-1153, 2009.

RMA – REDE DE ONGs DA MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica: uma rede pela floresta** / Organizadores Maura Campanili e Miriam Prochnow. Brasília: RMA/ Ed. Globaltec Produções Gráficas Ltda, 2006. 332 p.

RODRIGUES, M. T. Para melhor conhecer a nossa biodiversidade. **Ciência Cult.** (SBPC), São Paulo-SP, v.55, n.2, p. 4-5, 2003.

SAMPAIO, G.; DIAS, P.L.S. Evolução dos Modelos Climáticos e de Previsão de Tempo e Clima. **Revista USP**, Brasil, n. 103, p. 41-54, 2014.

SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; LEITÃO-FILHO, H.F.; CESAR, O. Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP. **Rev.bras.Bot**, v.22, n.1, p.31-42, 1999.

SANTOS, T. A. **Análise de precipitação e temperatura: futuros cenários no Município de Taubaté-SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2014.

SARAIVA, A.C.R. **Influência das variações micro-ambientais na comunidade de palmeiras da Floresta Ombrófila Densa Montana, Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar-SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2010.

SILVA, A.F. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da reserva Florestal Professor Augusto Ruschi, São José dos Campos, SP**. Tese de Doutorado. Biologia Vegetal- Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, 1989.

SILVA, J.M.C.; CASTELETTI, C.H.M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. p. 43-59. In: C. Galindo-Leal & I. G. Câmara (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. CABS & Island Press, Washington, 2003.

SOUZA, R.P.M; SOUZA, V.C.; POLISEL, R.T.; IVANAUUSKAS, N.M. Estrutura e aspectos da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Hoehnea**, v.39, n.3, p. 387-407, 2012.

SVENNING, J.C. Microhabitat specialization in species-rich palm community in Amazonian Ecuador. **Journal of Ecology**. n.87. p.55-65, 1999.

SVENNING, J.C. HARLEV, D.; SORENSEN, M.M.; BALSLEV, H. Topographic and spatial controls of palms species distributions in a montane rain forest, southern Ecuador. **Biodivers. Conserv.** n.18, p.219-228, 2009.

TOLEDO, M.C.B. Evolução da cobertura vegetal no Vale do Paraíba. p.55-64. In: **A Biologia e a Geografia do Vale do Paraíba- Trecho Paulista**. Ferreira, P.C (Coord). São José dos Campos: IEPA, 2007, 192 p.

TOMLINSON, P.B. The uniqueness of palms. **Botanical Journal of the Linneans Society**. v.151, p.5-14. 2006

UNITED NATIONS. **Framework Convention on Climate Change, 2015**. Disponível em:< <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>> Acesso em: 18 de dezembro de 2015.

VASCONCELLOS, F.C.; CAVALCANTI, I.F.A. Uma avaliação das previsões do modelo regional ETA em alta resolução para dois casos de chuva intensa ocorridos na região da Serra do Mar. **Rev. Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.4, p. 501-512, 2010.

VASCONCELOS, T.S; NASCIMENTO, B.T.M. Potential Climate-Driven Impacts on the distribution of generalista Treefrogs in South America. **Herpetologica**, v.72, n.1, p.23-31, 2016.

VELOSO, H. P. **Sistema fitogeográfico**: manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1992.

VITOUSEK, P.M.; MOONEY, H.A.; LUBCHENCO, J.; MELILO, J.M. Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science**. v. 277, n.5325, p.494-499, 1977.

WALTHER, G.R.; BERGER, S. Palms (and other Evergreen Broad-leaved Species) Conquer the North. **Atlas of biodiversity**, v.14, p.14-15, 2003.

WALTHER, G.R.; GRITTI, E.S.; BERGER S.; HICKLER, T.; TANG, Z.; SYKES, M. Palms tracking climate change. **Global Ecology and Biogeography**, v.16, p.801-809, 2007.

WIDYATMOKO, D.; BURGMAN, M.A. Influences of edaphic factors on the distribution and abundance of a rare palm (*Cyrtostachys renda*) in a peat swamp forest in eastern Sumatra, Indonésia. **Austral Ecology**, v.31, p.964-974, 2006.

YAMAMOTO, I.F. **Florística e Fitossociologia de espécies arbóreas ao longo de um gradiente altitudinal no extremo sul da Serra da Mantiqueira (Serra do Lopo)-MG/SP**. Tese de Doutorado. Biologia Vegetal- Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, 2009.

ZOLIN, C.; FOLEGATTI, M.V.; MINGOTI, R.; SANCHEZ-ROMÁN, R.M; PAULINO, J.; GONZÁLES, A.M.G.O. Minimização da erosão em função do tamanho e localização das áreas de floresta no contexto do programa "conservador das águas". **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.35, n.6, p. 2157-2166, 2011.

Anexo 1

Ocorrência de palmeiras (Arecaceae) na transecção Ubatuba/SP – Extrema/MG

Localidade	Coordenadas Geográficas	Altitude (m)	N. espécies	Espécies	Referência
Ubatuba/SP					
Núcleo Picinguaba	23°22' S 44°48' O		4	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> <i>Attalea dubia</i> <i>Euterpe edulis</i> <i>Syagrus pseudococos</i>	Shanchez et al., 1998
Restinga inundável	23° 21' 34" S 44° 46' 51" O	Nível do mar	7	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> <i>Bactris hatschbachii</i> <i>Bactris setosa</i> <i>Euterpe edulis</i> <i>Geonoma elegans</i> <i>Geonoma gamiova</i> <i>Syagrus pseudococos</i>	Fisch & Gomes, 2015
Restinga Não inundável	23° 21' 22" S 44° 51' 03" O	Nível do mar	4	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> <i>Bactris setosa</i> <i>Euterpe edulis</i> <i>Syagrus pseudococos</i>	Fisch & Gomes, 2015
Núcleo Picinguaba – FOD Submontana	23° 22' 01" S 45° 05' 01" O	350,8	8	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> <i>Bactris hatschbachii</i> <i>Bactris setosa</i> <i>Euterpe edulis</i> <i>Geonoma elegans</i> <i>Geonoma gamiova</i> <i>Geonoma pohliana</i> <i>Syagrus pseudococos</i>	Oliveira et al., 2014
Ubatuba/SP (Total)			9	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> <i>Attalea dubia</i> <i>Bactris hatschbachii</i> <i>Bactris setosa</i> <i>Euterpe edulis</i> <i>Geonoma elegans</i> <i>Geonoma gamiova</i> <i>Geonoma pohliana</i> <i>Syagrus pseudococos</i>	
Taubaté					
São José dos Campos/SP - Reserva florestal Augusto Ruschi	23° 12' S 45° 52' O	640 a 1000	3	<i>Attalea dubia</i> <i>Euterpe edulis</i> <i>Geonoma schottiana</i>	Silva, 1989
Tremembé/SP Fragmento 2,3 há	22°58' 40.9" S 45°38' 05.4" O	545	2	<i>Syagrus romanzoffiana</i> <i>Acrocomia aculeata*</i>	D'Orazio, 2012
Pindamonhangaba/SP Reserva do Trabiju 603,9 há	22° 48' S 45° 32' O	680 a 805	1	<i>Euterpe edulis</i>	Gomes, Fisch & Mantovani, 2005
Taubaté /SP– Parque do Itaim	23° 03' S 45° 53' O			<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> <i>Syagrus romanzoffiana</i>	Obs pessoal
Taubaté/SP (Total)			5	<i>Attalea dubia</i> <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> <i>Euterpe edulis</i> <i>Geonoma schottiana</i> <i>Syagrus romanzoffiana</i>	
Campos do Jordão/SP					
Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ)	22°41'30"S 45°27'52"O	1.467	0		Souza et al., 2012
Fragmento de FO Mista Altimontana	22°41'S 45°26'O	1882	0		Pereira-Silva et al., 2007
Campos do Jordão/SP (Total)			0		
Extrema/MG					
Extrema, MG	22°53'S 46°20'O	1150 a 1450	1	<i>Geonoma schottiana</i>	Yamamoto, 2009
Camanducaia _ Monte Verde, MG	22°51' S 46°02' O	1550 a 2082	0		Meireles et al., 2015
Camanducaia e Gonçalves, MG	22°42'39"S 45°55'54"O	1900	0		França & Stehmann, 2004
Extrema/MG (Total)			1		
TOTAL para região			11		

*Espécie não indicada para a região, possível erro de identificação

