



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Tecnologia
Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental

DISSERTAÇÃO

**VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DE PARÂMETROS BIOFÍSICOS DA
MATA ATLÂNTICA, BRASIL**

Thais Cristina de Oliveira Souza

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Tecnologia
Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental

**VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DE PARÂMETROS BIOFÍSICOS DA
MATA ATLÂNTICA, BRASIL**

Thais Cristina de Oliveira Souza

Sob orientação do Professor
Dr. Rafael Coll Delgado

e Co- Orientação do Professor
Dr. José Francisco de Oliveira Júnior

Dissertação submetida como requisito parcial
em obtenção do grau de Mestre Ciências, no
curso de Pós Graduação em Engenharia
Agrícola e Ambiental, Área de Concentração
Meio Ambiente .

Seropédica, RJ
Dezembro de 2015

577.30981

S729v

T

Souza, Thais Cristina de Oliveira, 1981-

Variabilidade temporal e espacial de parâmetros biofísicos da Mata Atlântica, Brasil / Thais Cristina de Oliveira Souza. – 2015.

82 f.: il.

Orientador: Rafael Coll Delgado.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, 2015.

Bibliografia: f. 64-80.

1. Florestas tropicais - Brasil – Teses. 2. Mata Atlântica – Sensoriamento remoto – Teses. 3. Mata Atlântica – Condições ambientais - Teses. 4. Natureza – Influência do homem – Mata Atlântica – Teses. 5. Pesquisa espacial – Teses. I. Delgado, Rafael Coll, 1978- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Tecnologia
Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental

THAIS CRISTINA DE OLIVEIRA SOUZA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, área de Concentração Meio Ambiente.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 14/12/2015

Prof. Dr. Rafael Coll Delgado, UFRRJ

Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Neves, IFC

Prof. Dr. Rafael de Ávila Rodrigues, UFG- Regional Catalão

Prof. Dr. Sady Júnior Martins Costa de Menezes, UFRRJ

DEDICATÓRIA

Muito pensei sobre a quem dedicar esse trabalho. Poderia dedicar à minha mãe Bernadete ou à minha madrinha Margareth que me deixaram no decorrer do curso, à minha tia Elizabeth que tanto tem me apoiado, poderia dedicar à minha filha Marta ou às minhas irmãs Tatiana e Thalita que suportaram toda a ausência, mas não!

Durante o Mestrado foram tantas as lutas, tantas as vezes que tive que respirar fundo e reerguer-me que só poderia dedicar este trabalho **à minha avó Ernília**, meu primeiro e grande exemplo de garra, luta e perseverança. Você se foi, mas seu exemplo para mim é eterno.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço à Deus que enviou-me força nos momentos de maiores fraquezas e, quando esta não era suficiente, colocou anjos no meu caminho.

Agradeço aos professores e aos colegas de jornada que contribuíram com todo esse trabalho, em especial ao Givanildo Góis, a quem muitas vezes recorri e sempre me acolheu e ajudou.

Minha eterna gratidão ao professor e orientador Rafael Coll Delgado pelo apoio nos mais diversos momentos.

À UFRRJ, em especial ao LSRACA – Laboratório de Sensoriamento Remoto e Climatologia Aplicada, agradeço pelo apoio à pesquisa.

Por fim, mas não menos importante, agradeço imensamente aos órgãos que disponibilizaram os dados necessários para a realização deste estudo: NASA, INPE e INMET.

RESUMO

SOUZA, Thais Cristina de Oliveira. **Variabilidade Temporal e Espacial de Parâmetros Biofísicos da Mata Atlântica, Brasil**. 2015. 95p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

A Mata Atlântica considerado o quinto bioma mais ameaçado do mundo e um “*Hotspot*” de Biodiversidade, cuja conservação e monitoramento se tornam mundialmente prioritários, abriga menos de cem mil quilômetros quadrados, dos mais de um milhão originais, aonde estão localizados 3.517 municípios concentrando cerca de 120 milhões de habitantes e aproximadamente 70% do Produto Interno Bruto brasileiro. O objetivo foi estudar a dinâmica temporal e espacial de parâmetros biofísicos no bioma Mata Atlântica em solo brasileiro do ano de 2000 a 2014, através de dados sensoriais, de forma a subsidiar ações de mitigação e compensação dos impactos causados pela variabilidade do clima. Para isso, foram utilizados dados climáticos (chuva e temperatura média) obtidos junto ao INMET e o índice de vegetação EVI2 obtido através do LAF - INPE, sendo estes dados submetidos aos testes não paramétricos Mann - Kendall e Pettit, a fim de analisar a variação dos parâmetros biofísicos no bioma. A partir desta análise não paramétrica, o EVI2 (CS%) foi submetido a prognose da vegetação através da Cadeia de Markov para os próximos 10 anos (2015 a 2024). Na análise das tendências de chuva, verificou-se que 37% dos dados tendem ao crescimento insignificante, 33% ao crescimento significativo, 7% ao decréscimo significativo e 23% de decréscimo insignificante. A tendência significativa de crescimento foi predominante nos anos de 2002, 2004, 2005, 2012 e 2014. Nos anos 2000, 2003, 2007, 2008, 2009 e 2013 a tendência de crescimento foi insignificante. Em relação a temperatura média do ar, verificou-se que a tendência predominante é de significativo decréscimo da temperatura (frequência de 77%), com exceção aos meses de maio de 2000 (0.00039), janeiro de 2001 (0.91905) e fevereiro de 2014 (0.97889) que apresentaram tendência crescente significativa, não significativa e insignificamente, respectivamente. A vegetação apresentou decréscimo na região Nordeste, na região Sudeste os estados apresentaram uma tendência de crescimento da vegetação, com exceção ao estado do Rio de Janeiro, que apresentou uma tendência insignificante de queda da cobertura florestal do estado. Na região Sul todos os estados apresentaram tendência decrescente do índice de cobertura da vegetação no período estudado, destaca-se o estado do Paraná que a apresentou uma tendência significativa, ao contrário dos outros estados. Na região Centro Oeste verificou-se que o Estado de Mato Grosso do Sul, a tendência é de queda não significativa da cobertura florestal, enquanto que no estado de Goiás essa tendência é significativamente crescente. A estatística não paramétrica aplicada a temperatura média do ar para a Mata Atlântica não é a indicada, devendo ser priorizada a mínima ou a máxima do ar e a análise regional dos dados. O EVI2 mostrou em alguns estados tendência de desertificação no bioma, mas para melhor análise devem ser consideradas variáveis sociais e econômicas além das climáticas e ambientais. Mantendo-se a condição atual da vegetação, os cenários futuros não são otimistas, o que exige do poder público e da sociedade a adoção de um novo olhar para as questões ambientais.

Palavras- chave: Sensoriamento Remoto, sensor MODIS, parâmetros biofísicos, EVI2, Mata Atlântica.

ABSTRACT

SOUZA, Thais Cristina de Oliveira. **Temporal and Spatial Variability of Biophysical Parameters of the Atlantic Forest, Brazil**. 2015. 95p. Dissertation (Master in Agricultural and Environmental Engineering). Tecnology Institute. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

The Atlantic Forest considered the fifth most threatened biome in the world and a "hotspot" of biodiversity, whose conservation and monitoring become worldwide priority, this biome is now home to less than one hundred thousand square kilometers of the more than one million documents, where they are located 3,517 municipalities concentrating about 120 million and approximately 70% of the Brazilian Gross Domestic Product. In order to study the temporal and spatial dynamics of biophysical parameters in the Atlantic Forest in Brazil the year soil 2000-2014, through sensory data in order to subsidize mitigation and compensation of impacts caused by climate variability, for it It was used climatic data (rainfall and mean temperature) obtained from the INMET and EVI2 vegetation index obtained by the LAF - INPE, this data being subjected to the nonparametric Mann - Kendall and Pettit in order to analyze the variation of the parameters Biophysical in the biome. From this non-parametric analysis, the EVI2 (CS%) underwent prognosis of vegetation through the Markov chain for the next 10 years (2015-2024). In the analysis of rain trends, it was found that 37% of insignificant data tends to increase, significant growth to 33%, 7% and 23% mean decrease to a negligible decrease. The significant growth trend was prevalent in the years 2002, 2004, 2005, 2012 and 2014. In the years 2000, 2003, 2007, 2008, 2009 and 2013 the growth trend was insignificant. In relation to the average temperature of the air, it was found that the predominant trend is significant temperature decrease (77% frequency), except for the months of May 2000 (0.00039), January 2001 (0.91905) and February 2014 (0.97889) that showed significant increasing trend, not significant and insignificantly, respectively. The vegetation showed a decrease in the Northeast, the Southeast states showed a vegetation growth trend, except for the state of Rio de Janeiro, which showed an insignificant downward trend in forest cover in the state. In the South all states showed decreasing trend of vegetation coverage rate during the study period, there is the state of Paraná that showed a significant trend, unlike other states. In the Midwest it was found that the State of Mato Grosso do Sul, the trend is not significant decline in forest cover, whereas in Goiás state this trend is significantly increasing. The nonparametric statistics applied to average air temperature for the Atlantic Forest is not indicated and should be prioritized the minimum or maximum air and the regional data analysis. The EVI2 showed in some states desertification trend in the biome, but for better analysis should be considered social and economic variables in addition to the climatic and environmental. Maintaining the current condition of vegetation, future scenarios are not optimistic, which requires the government and society to adopt a fresh look at environmental issues.

Key words: Remote sensing, MODIS, biophysical parameters, EVI2, Atlantic Forest.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especificações do Sensor Modis.....	6
Tabela 2: Produtos de Índice de Vegetação do Sensor MODIS	7
Tabela 3: Formações Florestais e Ecossistemas Associados do Bioma Mata Atlântica.	10
Tabela 4: Unidades de Conservação do Bioma Mata Atlântica	12
Tabela 5: Taxas de Natalidade e Mortalidade brasileira, por 1.000 habitantes, de 1872 a 1890.	14
Tabela 6: População Brasileira de 1550 a 2010	14
Tabela 7: Ocorrência de El Niño e La Niña do ano de 2000 a 2014	27
Tabela 8: Anos de prognose da Cadeia de Markov neste trabalho.	38
Tabela 9: Cenários da região Nordeste.....	38
Tabela 10: Cenários da região Sudeste	38
Tabela 11: Cenários da região Sul	39
Tabela 12: Cenários da região Centro Oeste	39
Tabela 14: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a precipitação no bioma Mata Atlântica	41
Tabela 15: Resultado Teste de Pettit para a precipitação no bioma Mata Atlântica.	46
Tabela 16: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.	46
Tabela 17: Resultado Teste de Pettit para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.....	51
Tabela 18 : Resultado dos testes de Mann- Kendall e Pettit para o EVI2 no bioma Mata Atlântica	52
Tabela 19: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Nordeste	53
Tabela 20: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Sudeste	57
Tabela 21: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Sul	60
Tabela 22: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Centro Oeste.	61
Tabela 23: Estações Meteorológicas fonte de dados para o presente Estudo (anexo).....	81
Tabela 24: Quantitativo de dados de precipitação mensal utilizados	82
Tabela 25: Quantitativo de dados de temperatura média mensal utilizados	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desmatamento da Mata Atlântica de 1985 a 2013.	11
Figura 2: Gráfico da população rural e Urbana de 1960 a 2010	15
Figura 3: Área de Estudo – Mata Atlântica brasileira.....	32
Figura 4: Localização das Estações Meteorológicas.....	33
Figura 5: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado de Pernambuco.	57
Figura 6: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado de Rio Grande do Norte.....	57
Figura 7: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Espírito Santo	59
Figura 8: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Rio de Janeiro.	60
Figura 9: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Rio Grande do Sul.	61
Figura 10: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Paraná.	61
Figura 11: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado de Mato Grosso do Sul e Goiás.	62

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ANA	Agência Nacional de Águas
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
bdmep	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do INMET
CS %	Curvatura Sen %
ENOS	El Niño Oscilação Sul
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EVI	Índice de Vegetação Melhorada, do inglês, <i>Enhanced Vegetation Index</i>
EVI2	Índice de Vegetação Melhorada 2, do inglês, <i>Enhanced Vegetation Index 2</i>
IAF	Índice de Área Foliar
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOS	Índice de Oscilação Sul
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IVs	Índices de Vegetação
LAF	Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura e Floresta
LANDSAT	Satélite de Sensoriamento Remoto da Terra, do inglês, <i>Land Remote Sensing Satellite</i>
LCM	Land Change Modeler
LSRACA	Laboratório de Sensoriamento Remoto Ambiental e Climatologia Aplicada
MK	Mann-Kendall
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MRT	Modis Reproject Tolls
NASA	National Aeronautic and Space Administration
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença de Normalizada, do inglês, <i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
ODP	Oscilação Decadal do Pacífico
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PIB	Produto Interno Bruto
SAVI	Índice de Vegetação do Solo Ajustado, do inglês, <i>Soil Adjusted Vegetation Index</i>
THNP	Testes de Homogeneidade Normal Padrão
TM	Mapeador temático, do inglês, <i>Thematic Mapper</i>
Tmáx	temperatura máxima
Tmín	temperatura mínima
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNITAU	Universidade de Taubaté

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. História Ambiental.....	4
3.2. Sensoriamento Remoto	5
3.2.1. Sensoriamento Remoto a serviço da História Ambiental.....	5
3.2.2. Sensor MODIS	6
3.3. Índices de Vegetação	6
3.3.1. EVI2	8
3.4. A Mata Atlântica.....	10
3.5. O Homem e a Mata Atlântica	13
3.5.1. Formação da população brasileira.....	13
3.5.2. A movimentação da população brasileira no território	15
3.5.3. Economia no Bioma	17
3.6. O Clima.....	21
3.7. Desertificação	28
4. METODOLOGIA.....	32
4.1. Área de estudo	32
4.2. Dados Meteorológicos	33
4.3. Enhanced Vegetation Index 2 (EVI2).....	34
4.4. Teste Mann-Kendall	35
4.5. Teste de Pettit.....	36
4.6. Cadeia de Markov	36
4.7. Fluxograma das etapas realizadas	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6. CONCLUSÃO.....	63
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
Anexo 1:	81
Anexo 2:	82

1. INTRODUÇÃO

A apenas 100 anos atrás éramos 1,7 bilhões de seres humanos sobre a Terra. Hoje, somos mais de 7 bilhões (ALVES, 2015) que precisam ser alimentados e alojados, o que é um problema para as nações onde os recursos são escassos e as populações elevadas. Manter o controle dos recursos disponíveis e de suas mudanças em resposta ao desenvolvimento humano e às mudanças climáticas é importante.

A forma do homem adaptar-se ao meio natural é convivendo em cidades que, com o processo de urbanização, alteraram o equilíbrio entre a superfície e a atmosfera ao dificultar a infiltração de águas pluviais, favorecer o escoamento superficial, alterar o albedo e modificar a circulação dos ventos (CARDOSO & AMORIM, 2014).

Com o crescimento populacional exponencial, a expansão urbana é estimulada gerando transformações constantes no espaço e causando desequilíbrios na natureza e nas interações Atmosfera – Terra pelas variadas formas de ocupação do solo como a alteração dos elementos meteorológicos e formação de diferentes microclimas (FEITOSA et al., 2011).

Essa situação aliada ao consumo insustentável de muitos países do Hemisfério Norte e a miséria nos trópicos estão destruindo as reservas naturais e deixando a biodiversidade do Planeta sitiada e a vida na Terra enfrentando uma crise de proporções relevantes (CI, 2005).

Para que tenha-se uma abordagem integrada para o planejamento do uso e gerenciamento dos recursos naturais, é necessária a identificação e avaliação de todos os atributos biofísicos e socioeconômicos da Terra.

E para controlar a exploração da natureza, para que o homem não edifique somente sua habitação, mas toda a infraestrutura para satisfazer as necessidades existentes e aquelas criadas pelo sistema econômico vigente, exige-se que o homem identifique e estabeleça se é permitido ou não utilizar cada unidade territorial considerando-se o que é tecnicamente apropriado, economicamente viável, socialmente aceitável e ecologicamente não degradante.

Possuidores de uma porção significativa da biodiversidade mundial, os biomas brasileiros são crescentemente ameaçados pelas atividades antrópicas, principalmente por aquelas ligadas à produção agropecuária e à ocupação imobiliária (ALEIXO et al., 2010), que colocaram os biomas Mata Atlântica e Cerrado na lista dos “Hotspots” de biodiversidade, ou seja, as tornaram eco regiões prioritárias para a conservação em nível mundial (MYERS et al., 2000).

Dos 1,4 milhões de quilômetros quadrados da Mata Atlântica, para CEPF (2011) restam apenas 7,3%, que é agravado pela moradia de 70% dos brasileiros e a geração de 80% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional nesse bioma que abriga os maiores centros industriais e de silvicultura do país, bem como os centros urbanos mais povoados. Assim, o bioma vem sofrendo, dentre outros problemas, com a fragmentação de habitats e a perda de biodiversidade, com extinções locais de espécies fazendo com que a grande maioria dos animais e plantas ameaçados de extinção no Brasil sejam nativos da Mata Atlântica.

Segundo DIAMOND (1989) as atividades antrópicas contribuem à extinção das espécies com o “Quarteto Diabólico” (“*Evil Quartet*”) composto pela (1) destruição de habitat, (2) matança, (3) introdução de espécies exóticas e (4) cadeias de extinção. THOMAS et al., (2004) mediante as mudanças climáticas e seus grandes efeitos à biodiversidade transformou “quarteto” em “quinteto” de Diamond embora, segundo BROOK et al., (2008) os efeitos sinérgicos dos elementos representem uma ameaça maior às espécies.

A extinção de espécies, além de irreversível, é o aspecto mais grave da crise da biodiversidade pois extingue uma imensa reserva genética que algum dia poderia servir para a cura de doenças como a AIDS, sendo comparado, por CI (2005), à queima total de todas as

bibliotecas do mundo sem o conhecimento de 90% dos títulos dos livros ou do conteúdo da maioria das páginas das obras conhecidas.

Além disso, afeta o ser humano pois com a destruição de florestas de montanhas, passa a haver frequentes deslizamentos maciços com perdas de vidas incontáveis e outras consequências mais sutis e cumulativas, mas igualmente significativas como a deterioração progressiva da base natural para o crescimento da economia sustentada (CI, 2005).

Associado ao planejamento e uso adequado da terra de forma a se obter o uso racional dos recursos naturais, acompanhar a dinâmica espacial e temporal da paisagem torna-se um subsídio fundamental, uma vez que essas são questões importantes nos dias de hoje, devido a necessidade de adoção de práticas sustentáveis tanto no meio urbano, quanto meio rural. Tal acompanhamento permite zonear áreas e implementar o uso apropriado das mesmas, sustentado pelo conhecimento das condições locais da cobertura da terra e de estimativas das condições climáticas de uma região (DELGADO et al., 2012 a).

Mediante o uso da terra, as alterações de cobertura da terra e o clima global a taxas sem precedentes, faz-se necessário urgentemente adquirir registros de dados por satélite consistente e contínuos a longo prazo para monitorar e quantificar mudanças no ambiente global (JIANG et al., 2008).

A NASA disponibiliza gratuitamente imagens de alta resolução temporal (de 1 a 16 dias) produzida pelos sensor MODIS, um dos cinco instrumentos abordo do satélite TERRA (JUSTICE et al., 2002). A alta resolução temporal dos dados obtidos pelo MODIS, aliada à elevada qualidade radiométrica e geométrica das imagens e à disponibilidade dos dados na forma de produtos já processados, com correção atmosférica e muitas vezes com remoção de nuvens por meio das composições temporais, faz deste uma fonte de dados apropriada para estudos de séries temporais de imagens (VICTORIA et al., 2009).

Dessas imagens pode-se obter uma série de dados, inclusive os índices de vegetação que são indicadores de crescimento e do vigor da vegetação verde, biomassa, porcentagem de cobertura do solo, atividade fotossintética e produtividade que sofrem interferências de fatores atmosféricos, tipo de solo, relevo da região, ângulo solar e de visada, que devem ser observados para que os índices expressem a verdadeira resposta do alvo de interesse (MENESES & NETTO, 2001).

Neste trabalho optou-se por trabalhar com o índice de vegetação EVI 2 (Enhanced Vegetation Index 2), uma melhoria do índice EVI proposta por JIANG et al., (2008) que funciona sem a faixa azul e mantém todas as demais características do EVI.

Como esse índice sofre alteração por fatores climáticos, neste estudo trabalhou-se com a precipitação e a temperatura (média), que são extremamente relevantes, inclusive para a sustentabilidade econômica do homem.

Com esses dados, pretendeu-se processar as informações de forma a obter a prognose do comportamento da vegetação para os próximos 10 anos e gerar informações para auxiliar na adoção de medidas político - administrativas para a proteção do meio ambiente e, em especial, das áreas florestadas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Estudar a dinâmica temporal e espacial de parâmetros biofísicos no bioma Mata Atlântica em solo brasileiro do ano de 2000 a 2014, através de dados sensoriais, de forma a subsidiar ações de mitigação e compensação dos impactos causados pela variabilidade do clima.

2.2. Objetivos Específicos

- **CALCULAR** espacialmente e temporalmente o índice de vegetação EVI2;
- **ANALISAR** estatisticamente os dados obtidos de forma a obter a tendência das séries temporais e identificar quando ocorre mudança na série temporal dos dados;
- **IDENTIFICAR** o padrão e o comportamento da vegetação no bioma durante o período de 2000 a 2014 considerando as condições climáticas atuantes na Mata Atlântica;
- **DESENVOLVER** prognose do comportamento da vegetação para os próximos 10 anos através da Cadeia de Markov.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. História Ambiental

Para CABRAL & CESCO (2008), conhecer a História Ambiental do Brasil é *“compreender a origem e a evolução de algumas dinâmicas predatórias que vem marcando a economia brasileira desde os seus primórdios”* e deve abranger não somente os atributos físicos e biológicos do bioma, mas incluir a dimensão humana, ou seja, a história das populações que com ele interagiram (OLIVEIRA, 2007).

Tida como uma nova forma de se fazer história, essa temática é relativamente nova e surgiu na década de 1970, simultaneamente aos movimentos ambientalistas e conferências mundiais sobre a crise ambiental, a partir do interesse e dos trabalhos de pesquisa de uma pequena comunidade acadêmica, formada principalmente por historiadores e biólogos vindos de diferentes temas e especialidades (OLIVEIRA, 2007; OLIVEIRA, 2010).

Baseada na vida e nos pensamentos das pessoas comuns, a História Ambiental considera o meio ambiente como um agente e uma presença na história, o que impõe uma análise mais global dos fenômenos que devem ser associados à evolução das práticas sociais e à uma visão mais integrada do mundo, livre de fronteiras políticas para serem melhor entendidos (OLIVEIRA, 2010).

“A história ambiental é, portanto, um campo que sintetiza muitas contribuições e cuja prática é inerentemente interdisciplinar. A sua originalidade está na sua disposição explícita de “colocar a sociedade na natureza” e no equilíbrio com que busca a interação, a influência mútua entre sociedade e natureza” (DRUMMOND, 1991).

Simplificando, WORSTER (1991) aponta a História Ambiental como ferramenta para tratar do papel e do lugar da natureza na vida humana. Para alcançar esse propósito, o mesmo estabelece três níveis de investigação a considerar:

1. **HISTÓRIA NATURAL:** entendimento dos aspectos físicos, orgânicos e inorgânicos, da natureza propriamente dita.
2. **HISTÓRIA SÓCIO - ECONÔMICA:** compreensão do poder de tomada de decisão de uma sociedade, incluído ferramentas e trabalho, as relações sociais que brotam desse trabalho, os diversos modos de produção de bens a partir de recursos naturais e as decisões políticas e econômicas referentes ao meio ambiente.
3. **HISTÓRIA ESPIRITUAL:** reconhecimento que o ser humano interage com a natureza de forma mental/ intelectual, atribuindo à ela percepções, valores éticos, leis, mitos e outras estruturas de significação próprias do diálogo que estabelece individual ou coletivamente com a natureza. Resumindo, é a investigação a nível cultural do pensamento sobre a natureza.

Apesar de estabelecer esses níveis de investigação facilmente distinguíveis, o autor (WORSTER, 1991) ressalta que estas compõem uma etapa única de investigação e dinâmica, que se altera conforme se modifica a natureza e as pessoas, numa dialética que atravessa todo o passado e chega até o presente.

3.2. Sensoriamento Remoto

Considerado por FREITAS et al., (2012) como uma importante ferramenta para caracterização do ambiente, aquisição das informações, inventários e gerenciamento da paisagem agroflorestal, o sensoriamento remoto nos permite, graças à sua evolução e utilização, caracterizar o uso da terra e obter informações importantes de épocas passadas e subsidiar metodologias com enfoques temporais após a análise da distribuição espacial das áreas (MATHER, 1999).

Satélites foram colocados em órbita com sensores capazes de obter informações espectrais dos alvos da superfície da Terra, em várias bandas do espectro eletromagnético, como é o caso do sensor TM do Landsat 5, a bordo dos satélites AQUA e TERRA e o mais recente sensor e plataforma lançado em 2013, OLI - TIRS a bordo do Landsat 8. Isso aumentou consideravelmente o número de dados dos alvos a serem analisados e, de certa forma, também o trabalho de análise.

O uso das faixas espectrais dos sensores facilita o monitoramento e o estudo do crescimento e desenvolvimento da vegetação quando usados para caracterização dos índices de vegetação uma vez que todo o volume de dados referente à vegetação a ser analisado é reduzido a somente um único valor numérico (FREITAS et al., 2012).

Para BERNARDI et al. (2014) o geoprocessamento e a utilização de informações de sensoriamento remoto vêm se destacando como importantes ferramentas, pois possibilitam a abrangência de grandes áreas, a periodicidade das informações, monitorar áreas remotas e de difícil acesso e a espacialização das informações. DELGADO (2010) complementa ao afirmar que o desenvolvimento de tais metodologias representam um trunfo para instituições e empresas interessadas em monitorar e fiscalizar áreas de forma rápida, com baixo custo e sem a necessidade de se deslocar um grande contingente humano para área de interesse.

3.2.1. Sensoriamento Remoto a serviço da História Ambiental

O Sensoriamento Remoto com seus sensores orbitais, cada qual com sua própria resolução espacial, espectral e radiométrica, permite acompanhar a transformação da superfície terrestre ao longo do tempo e ainda compará-la com os mapeamentos já existentes através de imagens geradas com as mais diferentes resoluções e escalas de detalhamento e temporalidade. Com a evolução tecnológica dessa área e o aumento da capacidade de percepção de atributos internos da paisagem, maior é a possibilidade da percepção dos seus elementos estruturais da superfície terrestre (REGO, 2010).

Independente da tecnologia utilizada, as imagens produzidas pelo sensoriamento remoto representarão apenas uma generalização da realidade, o que exigirá verificações detalhadas e sistemáticas de campo com precisão compatível com a imagem produzida.

Ao correlacionar os mapeamentos localizados e inteligentes com os fenômenos sociais, econômicos e políticos, e o padrão variável de ocupação da superfície terrestre, pode-se construir um verdadeiro filme das transformações que ocorreram na paisagem.

Desta forma, na visão de REGO (2010), se associado ao sensoriamento remoto, o futuro da História Ambiental torna-se promissor, já que viabiliza conhecer, estudar e analisar, com precisão, a complexa dinâmica das suas transformações, compreendendo, nos vários momentos, em diferentes temporalidades e escalas, a efetiva história das mudanças do espaço geográfico, definido por BRAGA (2007) como “*o contínuo resultado das relações sócio-espaciais*”, sejam elas econômicas (relação sociedade - espaço mediatizada pelo trabalho), políticas (relação sociedade - Estado ou entre Estados - Nação) e simbólico-culturais (relação sociedade - espaço via linguagem e imaginário).

3.2.2. Sensor MODIS

Com o objetivo de obter dados para melhorarem nossa compreensão da dinâmica global e processos que ocorrem na terra, nos oceanos e na atmosfera mais baixa a NASA (*National Aeronautic and Space Administration*) desenvolveu o sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), cujas especificações seguem na Tabela 1, e o lançou em 18 de dezembro de 1999 a bordo do satélite TERRA e em maio de 2002 a bordo do satélite AQUA.

Tabela 1: Especificações do Sensor Modis

Item	Especificação
Órbita	705 km; 10:30 a.m. descendente (TERRA) ou 1:30 p.m. ascendente (AQUA); Síncrona com o Sol; Polar; Circular
Taxa de Leitura	20.3 rpm, faixa transversal
Tamanho	1.0 x 1.6 x 1.0 m
Peso	228.7 kg
Potência	162.5 W (single orbit average)
Quantização	12 bits
Resolução Espacial	250 m (bandas 1 e 2), 500 m (bandas 3 a 7), 1000 m (bandas 8 a 36)

Fonte: <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>

As órbitas dos dois satélites são cronometradas para que o TERRA passe de norte a sul através do equador pela manhã e o AQUA passe de sul para o norte à tarde vendo a superfície inteira da Terra a cada 1 a 2 dias (NASA, 2015).

Os produtos obtidos pelo satélite Terra recebem a sigla MOD e os gerados pelo AQUA pela sigla MYD. Já os produtos gerados por ambos os satélites recebem a sigla MCD.

Devido sua maior resolução espectral (36 bandas espectrais) em relação a outros sensores (OLI TIRS, TM e outros), o MODIS é capaz de fornecer dados de alta qualidade para o monitoramento da vegetação terrestre (JUSTICE et al., 2002), com alta resolução temporal (1-2 dias), já que sua calibração a bordo garante a consistência da série temporal de refletância (GUENTHER et al., 2002) e as manobras de órbita e altitude do satélite fornecem precisão na geolocalização (WOLFE et al., 2002).

Segundo LATORRE et al., (2003) o georreferenciamento automático e a correção prévia para aerossóis atmosféricos, facilita o uso das imagens dos produtos MODIS em relação aos sensores de alta resolução tradicionais e oferece uma melhor resposta para a influência das nuvens e garante uma maior habilidade na investigação dos processos ecológicos temporais.

3.3. Índices de Vegetação

Imagens orbitais têm sido muito utilizadas como fonte de dados para a confecção de mapas de uso e cobertura do solo, através de técnicas de Geoprocessamento. Essas informações geradas pelo processamento servem de base para o acompanhamento da dinâmica natural dos ecossistemas e também para o monitoramento das ações antrópicas, traduzidas pela expansão das áreas urbanas e da fronteira agrícola sobre áreas de vegetação natural. Essas técnicas auxiliam no planejamento do uso e ocupação do solo, delimitação das áreas de preservação permanente, reserva legal, unidades de conservação, os recursos hídricos

e outras áreas reconhecidas pela legislação como importantes para a manutenção das atividades ambientais (DEMARCHI et al., 2011).

Na concepção de SEABRA & CRUZ (2014), as constantes mudanças da paisagem podem ser acompanhadas através de imagens provenientes dos mais diversos sensores orbitais, que apresentarão imagens com resolução e variabilidade espaço temporal variadas.

Tanto no âmbito da agricultura como no setor florestal, tem-se desenvolvido trabalhos relacionando características da vegetação e dados coletados remotamente. Para minimizar os efeitos de fatores externos, a reflectância espectral tem sido convertida em Índices de Vegetação (IVs). Os índices mais empregados têm utilizado, na forma de razão, as reflectâncias da interação da faixa espectral do vermelho e do infravermelho com o dossel das florestas ou de outra cobertura vegetal (MENESES & NETTO, 2001).

Esses índices funcionam como indicadores do crescimento e do vigor da vegetação verde, biomassa, porcentagem de cobertura do solo, atividade fotossintética e produtividade, por apresentarem uma boa correlação com esses parâmetros. Para cada região, esses índices sofrem interferências de fatores atmosféricos, tipo de solo, relevo da região, ângulo solar e de visada, que devem ser observados para que os índices expressem a verdadeira resposta do alvo de interesse (MENESES & NETTO, 2001).

Os IVs provenientes do sensoriamento remoto são utilizados para diferenciar o comportamento espectral da vegetação em relação aos solos. Tais índices podem ser utilizados ainda no mapeamento do IAF (Índice de Área Foliar), que pode ser definido como a área integrada do dossel por unidade de superfície projetada no solo (m^2/m^2). A partir desses índices pode-se identificar as taxas de radiação fotossinteticamente ativa absorvidas pelos dosséis das plantas (PAIVA, 2009).

Para ANJOS (2012) os índices de vegetação são técnicas baseadas na assinatura espectral da vegetação nas faixas do vermelho e infravermelho próximo, aonde o verde da cobertura florestal é realçado nas imagens devido às suas propriedades fotossintéticas e de reflexão da radiação incidente.

GILABERT et al., (1997) realizou um estudo sobre os principais índices de vegetação, selecionando sete de quarenta índices de vegetação publicados nos últimos vinte anos na literatura, sendo o número de citação, o critério para seleção.

Com a finalidade de gerar IVs a partir de imagens sem nuvens, com a melhor resolução possível, de maior cobertura espacial e temporal além de garantir qualidade e consistência dos dados para discriminar as variações sazonais e descrever e reconstituir as variações fenológicas da vegetação (ANDERSON, 2004), O Sensor MODIS fornece dois principais IVs a cada 16 dias e em várias resoluções espaciais: o NDVI e o EVI que devem ser extraídos de um dos produtos MODIS.

Tabela 2:Produtos de Índice de Vegetação do Sensor MODIS

Produto	Produto TERRA	Produto ACQUA
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m	<u>MOD13Q1</u>	<u>MYD13Q1</u>
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500m	<u>MOD13A1</u>	<u>MYD13A1</u>
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 1km	<u>MOD13A2</u>	<u>MYD13A2</u>
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 0.05Deg CMG	<u>MOD13C1</u>	<u>MYD13C1</u>
Vegetation Indices Monthly L3 Global 1km	<u>MOD13A3</u>	<u>MYD13A3</u>
Vegetation Indices Monthly L3 Global 0.05Deg CMG	<u>MOD13C2</u>	<u>MYD13C2</u>

Fonte: <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod13.php>

Ambos os índices possuem correção para reflectâncias atmosféricas nas faixas de ondas vermelho, infra vermelho próximo e azul (NASA, 2015) e são correlacionados com os

parâmetros biofísicos da vegetação possibilitando estimar a biomassa, a produtividade e atividade fotossintética e o índice foliar, dentre outros parâmetros (JUSTICE et al., 2002), o que faz que ambos sejam considerados eficazes para caracterização dos mais diversos estados e processos da vegetação (NASA, 2015) e, para ANJOS (2012), serem os mais utilizados, das centenas de IVs citados na literatura, quando se deseja otimizar o desempenho em diferentes condições de terreno e diferentes tipos de cobertura vegetal natural ou antrópica.

HUETE et al., (2002) aponta que o NDVI é mais sensível à presença de clorofila e outros pigmentos da vegetação responsáveis pela absorção da radiação solar na banda do vermelho e que o EVI é para a variação na estrutura do dossel, incluindo o índice de área foliar, a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel.

Os registros dos índices de vegetação ao longo do tempo têm desempenhado um papel importante na medição e caracterização de superfícies de resposta terra à variabilidade e mudanças climáticas com destaque para o NDVI, usado largamente para estudos globais de processos terrestres, interações vegetação-clima, e outros avanços em Ciência do Sistema Terrestre (JIANG et al., 2008).

3. 3.1. EVI2

Proporcionando um Índice de Vegetação de melhor sensibilidade em regiões de alta biomassa e com mínimas influências da atmosfera e do solo, o sensor MODIS disponibiliza dados de EVI a partir do ano de 2000 e estender a série temporal EVI até 1981 utilizando dados históricos obtidos pelo sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), como o NDVI, é impossível já que o EVI requer uma banda azul além das bandas do vermelho e do infravermelho próximo. Considerando esses fatos e que a banda azul no EVI não fornece informações adicionais sobre a biofísica ou propriedades da vegetação, apenas reduz o ruído e incertezas associados com aerossóis atmosféricos altamente variáveis, JIANG et al. (2008) propôs um novo índice, o EVI2, que seria um EVI calculado sem uma faixa azul através da Equação 1.

$$EVI2 = 2.5 \frac{N-R}{N+2.4R+1} \quad (1)$$

em que, R corresponde às emissões da banda do vermelho e N às do infra vermelho próximo (NIR).

Para que este novo índice mantivesse a similaridade funcional com o EVI, o desafio era manter a função de ajuste para ruído do solo e a sensibilidade e linearidade melhorada em regiões de biomassa elevadas (não - saturação). Assim, JIANG et al. (2008) utilizou um índice de vegetação linear (LVI), que foi obtido através do ajuste do ângulo constante $\pi / 4$ para um ângulo variável β (onde β descreve uma linha que se desvia da linha do solo no sentido horário).

Incorporando o fator de ajuste do solo de SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index - Índice de Vegetação do Solo Ajustado) com um fator de ajuste de linearidade β , o LVI melhora a sensibilidade do EVI2 em regiões de alta biomassa e torna-o comparável ao EVI, com diferenças insignificantes (na ordem de $\pm 0,02$), fazendo do EVI2 um substituto aceitável e preciso do EVI quando se tem boas observações, ou seja, pixels sem nuvem ou neve e corrigidos atmosféricamente para aerossóis.

JIANG et al. (2008) ressalta que o EVI2 AVHRR e o MODIS EVI / EVI2 podem apresentar diferenças significativas e que a calibração cruzada do sensor de reflectância deve ser realizado antes de compará-los, reforçando a necessidade de estudos.

Vários autores utilizaram esse índice em seus estudos com os mais diversos fins. No Brasil, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) disponibiliza em sua página eletrônica (<http://www.dsr.inpe.br/laf>), mediante cadastro, a série histórica quinzenal do MODIS EVI2 (ANJOS, 2012).

SANTOS et al. (2014), em seu trabalho com dados de uma área de café em São Roque de Minas, bacia do Alto Rio São Francisco, MG concluiu que o EVI2 pode ser utilizado para estimar o teor de água da zona de raiz e que a maior correlação entre o teor de água no solo e EVI-2 era observada a 60 cm fazendo desta profundidade a que melhor reflete o estado da água da planta.

Utilizando séries temporais dos níveis freáticos de poços sob o cultivo de cana-de-açúcar e eucalipto e EVI-2 do sensor MODIS de uma área de recarga do Sistema Aquífero Guarani na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Onça localiza-se na região do município de Brotas-SP, MANZIONE et al., (2014) concluiu que existe correlação entre as oscilações nos níveis freáticos e o comportamento espectral das culturas após correlacionar a resposta espectral das duas culturas agrícolas dada pelo EVI2 e a oscilação dos níveis freáticos nos poços de monitoramento.

LAFAGE et al., (2014) testou os índices NDVI e EVI2 para estimar a abundância de carabídeos e a diversidade de aranhas em uma pastagem de várzea temperada localizada perto de Angers, oeste da França e concluiu que não somente o EVI 2 pode ser usado para estimar a densidade de atividade e riqueza de espécies de carabídeos nas planícies aluviais como, pelo custo relativamente baixo e a disponibilidade de imagens multiespectrais, este índice seria um útil indicador das populações carabídeos em grandes áreas contribuindo para a avaliação da taxa de multi biodiversidade e o monitoramento de grandes áreas.

VOLPATO et al., (2015) utilizou os dados de EVI2 juntamente com os dados climáticos - umidade relativa do ar, temperatura do ar e chuva - coletados na fazenda experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) em São Sebastião de Paraíso – MG e os submeteu à um modelo de árvore de decisão para explicar a ocorrência da *Hypothenemus hampei* (broca de café) na cultura de café obtendo uma classificação satisfatória e com taxa de acerto de 73%.

ANJOS et al. (2013) caracterizou espectro-temporalmente as 25 áreas de pastagens cultivadas da espécie *Brachiaria* e mais três áreas ocupadas por cultura agrícola, floresta estacional e savana gramíneo-lenhosa nos municípios de Araguari, Uberaba e Uberlândia da mesorregião do Triângulo Mineiro pelo MODIS EVI2 de 2000 a 2010 e concluiu que este índice pode ser usado para discriminar pastagens cultivadas de outras classes de cobertura de terras da região, que o somatório dos valores de EVI2 de toda a série histórica pode aumentar consideravelmente a capacidade de discriminação de pastagens cultivadas, que a maioria das pastagens cultivadas apresentam assinaturas espectro-temporais distintas e que a substituição da pastagem por outros tipos de cobertura de terras é facilmente identificada na série temporal do MODIS EVI2.

3.4. A Mata Atlântica

Todas as florestas tropicais do mundo, após séculos de super exploração e milhões de hectares desflorestados, hoje apresentam grandes áreas convertidas em pastagens, lavouras e centros urbanos e no Brasil a Mata Atlântica, infelizmente, encaixa-se neste perfil (BRUEL, 2006) e hoje figura como o 5º bioma mais ameaçado do mundo (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005).

Esse mosaico de biodiversidade, distribuído ao longo de 27 graus de latitude sul e com grandes variações de altitude e que originalmente cobria mais de 1.200.000 km² do território brasileiro, hoje se restringe a um pouco mais de 100.000 Km² de vegetação distribuídos em vários arquipélagos de fragmentos florestais muito pequenos, bastante separados entre si (RIZZINI, 1997; GASCON & WILLIAMSON, 2000; MYERS et al., 2000; IBAMA, 2002; MMA, 2002; SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002; GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005; PINTO & BRITO, 2005; BRUEL, 2006; VARJABEDIAN, 2010; BATALLA FILHO & MIYAKI, 2011; RBMA, 2012).

Por regular o fluxo hídrico dos mananciais assegura a fertilidade do solo, controlar o clima, proteger escarpas e encostas das serras e preservar imensurável patrimônio natural e cultural (VARJABEDIAN, 2010) em mais de 3.517 municípios de 17 estados brasileiros, onde se concentram cerca de 120 milhões de habitantes, as maiores metrópoles do país, e cerca de 70% a 80% do PIB brasileiro, este bioma possui relevante importância social e ambiental (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005; RBMA, 2012).

Sua longa história de eventos geomorfológicos, climáticos e ecológicos promoveu a conhecida diversidade biológica e a repartição de formações vegetacionais e ecossistemas associados que hoje se interpenetram no bioma (Tabela 3), oferecendo condições de sobrevivência para diferentes espécies, resultando em altíssimos níveis de biodiversidade regional (GUEDES et al., 2005).

Tabela 3: Formações Florestais e Ecossistemas Associados do Bioma Mata Atlântica.

Formações florestais nativas	Floresta Ombrófila Densa
	Floresta Ombrófila Aberta
	Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)
	Floresta Estacional Semidecidual
	Floresta Estacional Decidual
Ecossistemas associados	Manguezais
	Restingas
	Campos de Altitude
	Brejos interioranos
	Encraves florestais (campos, cerrados e florestas montanas) do Nordeste

Fonte: Senso IBGE de 1993 e BRASIL, 2006.

O CEPF (2011) nos diz que, a partir das informações sobre vertebrados terrestres, borboletas e plantas, existem no bioma ao menos 4 grandes centros de endemismos (Nordeste –Sergipe / Alagoas / Pernambuco; Sul da Bahia; Norte do Espírito Santo -centro do Rio Doce; São Paulo - centro Paulista) que teriam se formado durante as secas do Pleistoceno, quando essas áreas eram ilhas para refúgio da vida silvestres, antes do retorno das condições climáticas favoráveis, expansão das florestas e reconexão dos fragmentos.

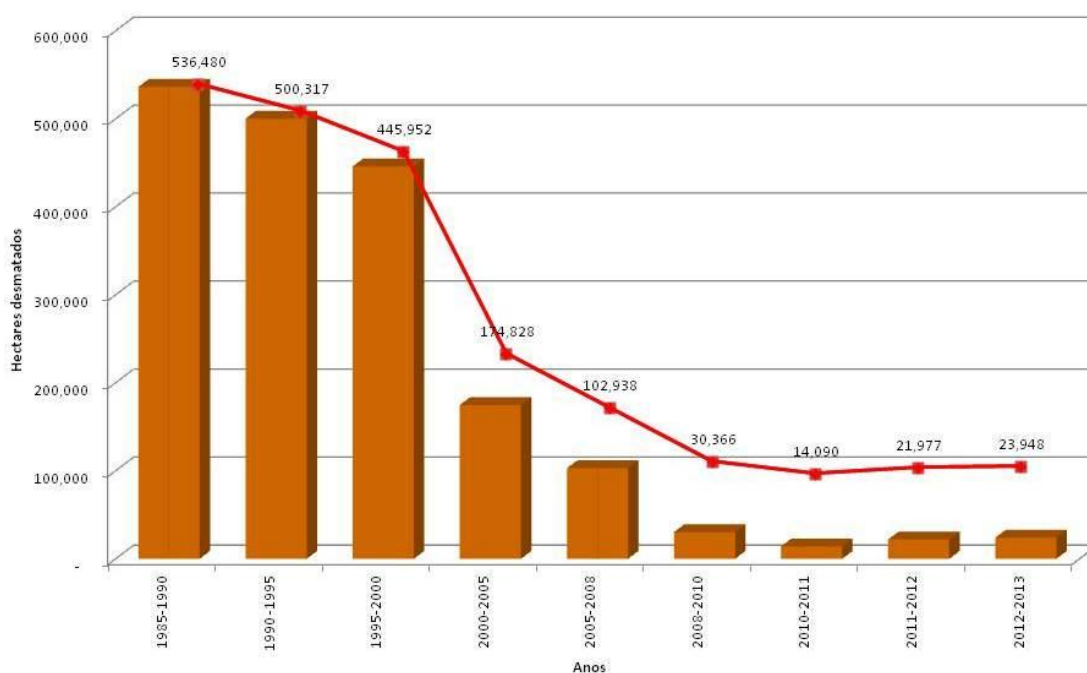
Considerada um dos maiores repositórios de biodiversidade do planeta, a Mata Atlântica detém pelo menos 2% das plantas e dos vertebrados conhecidos, o recorde de plantas lenhosas (angiospermas) por hectare (450 espécies no sul da Bahia), abriga cerca de 20 mil espécies vegetais, sendo oito mil plantas vasculares endêmicas, além de recordes de quantidade de espécies e endemismo em vários outros grupos de plantas, anfíbios, répteis,

aves e mamíferos. (MYERS et al., 2000; CARVALHO JUNIOR et al., 2008; VARJABEDIAN, 2010; LANDIM et al., 2015).

Esse nível excepcional de biodiversidade fez da Mata Atlântica brasileira um dos 25 'hotspots' do mundo, ou seja, as áreas com elevada concentração de espécies endêmicas e que são passíveis de perda significativa de habitat.

A importância para a biodiversidade mundial e a grande pressão e ameaça que incidem sobre seus remanescentes de vegetação justificam a adoção de medidas urgentes para a proteção do bioma Mata Atlântica (IBAMA, 2002) já que a grande dependência entre o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e a preservação dos ecossistemas terrestres que os margeiam ou contornam, interferem diretamente na sobrevivência de muitos organismos, como os anfíbios e os peixes, que estão cada vez mais ameaçados pelas alterações impostas pelas atividades humanas no bioma da Mata Atlântica (MENEZES et al., 2007).

O processo de ocupação e exploração do bioma melhor explicitado no item 3.5 nas páginas vindouras submeteu o bioma à perda de vários hectares de vegetação e de biodiversidade ao longo da história. Os dados fornecidos pela Fundação SOS Mata Atlântica e que deram origem à Figura 1 nos mostra que a partir do ano 2000 os índices de desmatamento do bioma reduziu drasticamente, mas ainda assim está longe de se manter livre da ameaça pelo crescimento explosivo da população humana e pela manutenção do crescimento explosivo e aspiração por um estilo de vida extremamente consumista demandando continuamente de recursos naturais para perpetuar-se (LAGOS & MULLER, 2007).



Fonte: Tabela disponível em <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/05/tabela1.jpg>.

Figura 1: Desmatamento da Mata Atlântica de 1985 a 2013.

LEWINSOHN & PRADO (2002) apontam para a importância do conhecimento sobre a biodiversidade da Mata Atlântica e de seus habitats associados que, como em outros biomas, ainda é restrito, pois diariamente inúmeras espécies de vegetais, aves, insetos, anfíbios, répteis e muitos outros organismos são descobertos. (ROCHA et al., 2003; ROCHA et al., 2004). Tal fato comprova o ponto de vista de PINTO & BRITO (2005), que consideram

o bioma extremamente resiliente devido à recuperação de algumas áreas e a contínua descoberta de novas espécies.

LANDIM et al. (2015) aponta ainda a necessidade de garantir que as áreas pouco estudadas sejam inventariados e conservados com urgência. Mesmo tendo um dos mais altos números de áreas protegidas do Brasil, as unidades de conservação da Mata Atlântica são pequenas e dificilmente capazes de manter populações viáveis de algumas das espécies que abrigam ou de resistir às crescentes pressões do desenvolvimento, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Unidades de Conservação do Bioma Mata Atlântica

ÁREA TOTAL DO BIOMA (Km²):		1.117.571	
Tipo / Categoria	Bioma Mata Atlântica		
Proteção Integral (PI)	Nº	Área(km²)	%
Estação Ecológica	39	1.458	0,10%
Monumento Natural	23	509	0,00%
Parque	230	23.096	2,10%
Refúgio de Vida Silvestre	21	688	0,10%
Reserva Biológica	32	2.445	0,20%
Total PI	345	28.196	2,50%
Uso Sustentável (US)	Nº	Área (Km²)	%
Floresta	31	357	0,00%
Reserva Extrativista	11	711	0,10%
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	14	527	0,00%
Reserva de Fauna	0	0	0,00%
Área de Proteção Ambiental	184	79.683	7,10%
Área de Relevante Interesse Ecológico	20	164	0,00%
RPPN	466	1.012	0,10%
Total US	726	82.453	7,40%
Total PI e US	1.071	110.649	9,90%
Área de UC considerando sobreposições¹	Área(Km²)	%	
Proteção Integral (PI)	21.482	1,9	
Uso Sustentável (US)	72.807	6,5	
Sobreposição PI e US	6.592	0,6	
Total de UC no bioma	100.881	9	

¹ As áreas de sobreposição obtidas a partir dos dados espaciais cadastrados e validados no CNUC.

Fonte: Cadastro Nacional de Unidades de Conservação disponível em http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80112/CNUC_Bioma_Fevereiro_2015.pdf

Segundo PINTO & BRITO, (2005) as áreas protegidas abrangem apenas 21% das florestas remanescentes em Unidades de Conservação de Proteção Integral, fato que evidencia a necessidade urgente de expandir as áreas protegidas existentes e de estabelecer novas áreas para conectá-los, envolvendo iniciativas não apenas do setor público, mas também do privado já que as áreas particulares protegidas podem funcionar como valiosos complementos para o sistema existente, aumentando a conectividade e contribuindo para uma melhor representação das áreas prioritárias na rede de unidades de conservação.

3.5. O Homem e a Mata Atlântica

A partir do primeiro passo do colonizador em terras brasileiras e das notícias levadas a Portugal relatando a abundância que o “novo mundo” possuía em recursos naturais, a Mata Atlântica passou a ser o “cofre” da Coroa Portuguesa.

Mesmo com a prática da agricultura por grupos indígenas desde antes da colonização, não se registrou qualquer sinal de destruição da cobertura florestal, o que indica que a destruição da Mata Atlântica começou com a chegada dos portugueses em 1500, que na condição de colonizador estabeleceu uma relação altamente predatória (CAPOBIANCO, 2001).

Seja o ciclo econômico da exploração do pau Brasil, da mineração de ouro e diamante, da criação de gado, plantação de cana de açúcar e café, industrialização, exportação de madeira e, mais recentemente, do plantio de soja e fumo, plantios florestais ou quaisquer outros *commodities*, todos se valeram da Mata Atlântica e foram, passo a passo, a desmatando (MMA, 2010).

De acordo com YOUNG (2005), o ciclo de ocupação da terra passa por três estágios:

1. **RÁPIDA EXPANSÃO E CRESCIMENTO POPULACIONAL:** durante um período de prosperidade o território passa a ser ocupado por pessoas, geralmente de baixo nível educacional, que pretendem beneficiar-se da rápida expansão agrícola e que farão um uso não sustentável da terra.
2. **DIMINUIÇÃO DO CRESCIMENTO ECONÔMICO E DEMOGRÁFICO:** O uso exagerado da terra na fase anterior exaure o solo desmatado, mas a exploração continua ao máximo. O desmatamento passa a ser em função da especulação imobiliária e da expansão das lavouras e pastagens.
3. **RETRAÇÃO DAS PRESSÕES ECONÔMICAS E DEMOGRÁFICAS:** nessa fase a exaustão dos recursos naturais ou a adoção de técnicas para aumentar a produção agrícola que reduzem a necessidade de mão de obra e emerge uma classe de trabalhadores que perderam seus empregos ou se tornaram fazendeiros empobrecidos. Novas invasões das reservas florestais e o uso das terras menos apropriadas para agricultura perpetuam os ciclos de pobreza.

Considerando que a relação que o homem estabelece com a Mata Atlântica é antiga, no modelo proposto por YOUNG (2005), a especulação imobiliária e o turismo predatório são os fatores de maior pressão atualmente sobre os seus remanescentes.

Para identificar os indicadores e antecipar as pressões sobre os biomas, segundo YOUNG (2005), é fator relevante a discussão das causas sociais e econômicas próprias do bioma, mas a autora alerta que a simplificação em excesso entre os complexos aspectos humanos e ecológicos podem ser contra produtivos para o desenvolvimento de políticas e ações conservacionistas eficientes.

3. 5.1. Formação da população brasileira

De 1500 a 1534 a ocupação do território brasileiro era esparsa e basicamente individual. Objetivando garantir as rotas para as Índias, expulsar os franceses e vencer a resistência nativa, a ocupação portuguesa da costa litorânea começa efetivamente com a implantação do regime de capitanias hereditárias, criada em 1532 por D. João III e implantada em 1534 (IBGE, 2007a).

Mesmo não sendo a forma eficaz de ocupação e colonização, devido o fracasso por assaltos indígenas e falta de proteção contra os ataques estrangeiros, as capitanias hereditárias

foram responsáveis pelo estabelecimento dos primeiros núcleos de ocupação. Somente com o 1º Governo Geral, confiado a Tomé de Sousa e estabelecido em 1549, iniciou-se um esboço de uma organização administrativa mais centralizada (IBGE, 2007a).

Até então a ocupação era ao longo da costa e com um caráter provisório. Somente durante a dominação espanhola em Portugal (1580-1640) a colonização passou a adotar um padrão hispânico de administração e a colonização foi interiorizada e mais planejada, mas igualmente mais sujeita aos ataques de ingleses, franceses e holandeses que passaram a invadir sistematicamente a costa brasileira e alcançaram, por algum tempo, vitória (IBGE, 2007a).

O espaço territorial do Brasil, ao longo de nossa história, foi sendo expandido até o início do século XX. A partir de então, as grandes transformações foram de cunho puramente político-administrativo. Foi neste palco que se formou esse país tão plural.

Nos primeiros séculos co-habitaram os povos indígena, europeu e africano, mas aos poucos somaram-se também outros grupos de imigrantes de procedência variada, conformando uma identidade cultural múltipla, híbrida e original.

Devido a unidade da língua e integridade territorial da antiga América Portuguesa, somaram-se aos primeiros habitantes espanhóis, judeus, italianos, alemães, árabes, japoneses, russos, poloneses, lituanos, chineses, turcos e diversas outras nações fizeram do Brasil sua pátria e contribuíram com a nossa história (IBGE, 2007a).

Graças, inicialmente, às migrações, à variação do crescimento vegetativo que teve um pico em 1960 e a partir de então vem decrescendo (Tabela 5) e ao aumento da expectativa de vida de 48 anos em 1960 para 73,4 anos em 2010, foi que a população passou de 15 mil habitantes em 1550 para mais de 190 milhões em 2010 (Tabela 6).

Tabela 5: Taxas de Natalidade e Mortalidade brasileira, por 1.000 habitantes, de 1872 a 1890.

Período	Natalidade (%)	Mortalidade (%)	Crescimento Vegetativo (%)
1872-1890	46,5	30,2	16,3
1891-1900	46,0	27,8	18,2
1901- 1920	45,0	26,4	18,6
1921-1940	44,0	25,3	18,7
1941-1950	43,5	19,7	23,8
1951- 1960	44,0	15,0	29,0
1961-1970	37,7	9,4	28,3
1971-1980	33,0	8,1	24,9
1981-1990	26,8	7,9	18,9
1991-2000	21,0	6,9	14,1

Fonte: IBGE

Tabela 6: População Brasileira de 1550 a 2010

Ano	1550	1576	1583	1600	1660	1690	1700
População	15.000	17.100	57.000	100.000	184.000	242.000	300.000
Ano	1766*	1776*	1780*	1798*	1800*	1808*	1810*
População	1.644.240	2.300.000	2.750.693	3.789.667	3.111.488	3.889.633	4.077.500
Ano	1815*	1817 *	1819*	1823	1825*	1827*	1830*
População	3.643.763	3.920.500	4.526.566	3.960.866	4.949.500	4.391.500	5.247.000
Ano	1834 *	1.850*	854*	1867*	1868*	1869*	1872
População	4.577.000	6.845.000	7.466.900	9.745.500	10.213.000	9.880.000	9.930.478
Ano	1890	1900	1920	1940	1950	1960	1970
População	14.333.915	17.438.434	30.635.605	41.236.315	51.944.397	51.944.397	93.139.037
Ano	1980	1991	1996	2000	2007	2010	
População	119.002.706	146.825.475	157.070.163	169.799.170	183.987.291	190.755.799	

Fonte: IBGE(2007); IBGE(2007a); IBGE(2010)

(*) Valores Médios – existência de dados divergentes

3.5.2. A movimentação da população brasileira no território

O Brasil não possui apenas uma identidade plural. Quando se trata do ponto de vista social, econômico, geológico e até mesmo cultural as diversidades e desigualdades são expressivas (IBGE 2007a).

Acompanhando o processo social, econômico e político a população desloca-se no território, o que faz dos movimentos populacionais (pendulares para estudo ou trabalho, ou não) expressões contemporâneas de diferentes fenômenos sociais (metropolitanos ou não), superiores à expansão da cidade e do mercado laboral (JARDIM, 2011 e SINGER, 1980).

O Brasil, durante séculos, foi um país totalmente agrário e iniciou sua urbanização no século XVIII, evoluindo, a princípio, de forma lenta até sua maturidade no século XIX, mais precisamente entre 1920 e 1940 e consolidando no CENSO de 1970, quando evidenciou –se pela primeira vez que a população urbana ultrapassara a população rural (BRITO, 2012; SANTOS et al., 2014) conforme ilustra a Figura 2.

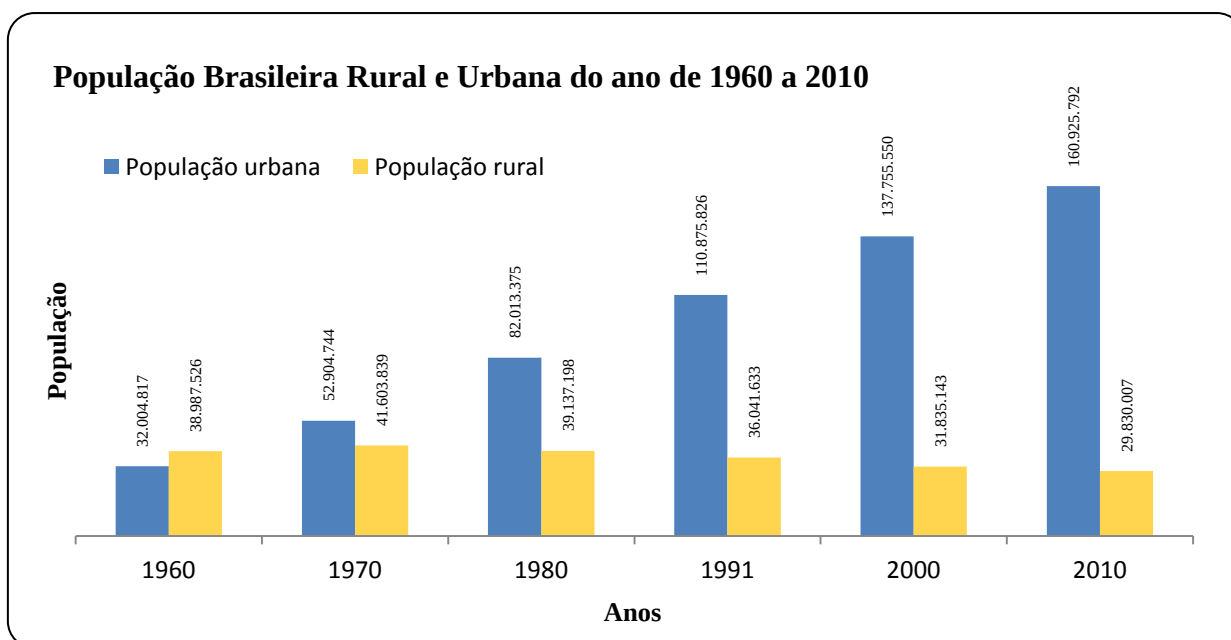


Figura 2: Gráfico da população rural e Urbana de 1960 a 2010

“Não é só o território que acelera o seu processo de urbanização, mas é a própria sociedade brasileira que se transforma cada vez mais em urbana.” (BRITO, 2012)

A partir de então, o processo de urbanização acelerou-se por diversos motivos, tendo grande destaque o processo de industrialização do país e o crescimento da população, o que fez com o processo de urbanização do Brasil fosse classificado por BRITO (2012) como uma novidade devido sua velocidade muito superior aos dos países desenvolvidos e a coincidência com o processo de urbanização, a concentração da população urbana nas grandes cidades e a metropolização.

Diversos fatores contribuíram para o aumento da urbanização no Brasil tendo como destaque, na visão de SINGER (2002) o crescimento natural da população, a mecanização da

agricultura e mudanças nas relações de trabalho na agropecuária, a industrialização e a busca por melhores condições de vida com mais acesso à saúde, educação, emprego.

Apesar de todas as regiões do país terem sofrido algum revigoramento em seu processo de urbanização, este se deu de forma bastante diferenciada. Segundo SANTOS (2005) foi no Sudeste, mais modernizado e industrializado, que a urbanização mais se intensificou, o que não ocorreu no Nordeste, no Centro-Oeste, Sul e Norte até 1960, o aumento da urbanização no Centro-Oeste aumentou fez com que o Nordeste passasse a ocupar sozinho o posto de região menos urbanizada do país.

MARICATO (2005) afirma que a urbanização trouxe pontos positivos na sociedade como a queda da mortalidade infantil, o aumento da expectativa de vida, a queda da taxa de fertilidade e o aumento do nível de escolaridade, sendo acrescentado por VASCONCELOS et al., (2007) em ampliação do saneamento e da coleta de lixo domiciliar, mesmo que ainda longe do ideal, mas a autora (MARICATO, 2005) não desconsidera suas características negativas como a ocupação inadequada do solo, o comprometimento de áreas ambientalmente sensíveis como beira de córregos, mangues, dunas, várzeas e matas; o crescimento exponencial de favelas e das ocupações ilegais de um modo geral; a ocorrência frequente de enchentes devido a impermeabilização exagerada do solo; desmoronamentos com mortes devido a ocupação inadequada de encostas; comprometimento de recursos hídricos e marítimo com esgotos, entre outras.

SANTOS et al., (2014) salienta que os processos de industrialização e urbanização no Brasil coincidiram espacial, social e economicamente com o fenômeno da metropolização - a concentração massiva de população, produção e consumo ao redor de algumas poucas grandes cidades, o que trouxe como contrapartida uma série de problemas sociais, que passaram a comprometer cada vez mais a qualidade de vida da população agravadas pela falta de planejamento que trouxe inúmeras consequências para as cidades, atingindo, diretamente a sua população, principalmente, aquele segmento mais pobre, que sofre pela falta de infraestrutura básica e obras de saneamento.

De 1960 a 1980, a região nordeste e os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul foram áreas de expulsão ou emigração enquanto os estados de São Paulo e Rio de Janeiro foram áreas de atração ou forte imigração populacional – núcleo industrial (ERVATTI, 2003 e OLIVEIRA, 2011).

A partir da década de 1980, a desaceleração da economia acompanhada pelo desemprego e recuo das políticas públicas impactou as cidades de tal forma que os problemas tipicamente urbanos foram realçados e novos problemas surgissem nas grandes cidades como desemprego e violência (MARICATO & TANAKA, 2006) fazendo com que os deslocamentos populacionais comesçassem a declinar e perder sua força devido à geração de excedentes populacionais (OLIVEIRA et al., 2011) iniciando uma fase de mudança no sentido das correntes migratórias predominantes desde o início do século XX.

Foi assim que na década de 1990, surge uma nova tendência de urbanização: a desmetropolização que, diferente da desurbanização, não busca um estilo de vida diferente mas a eliminação dos problemas gerados pelo crescimento desordenado e desplanejado (SANTOS et al., 2014).

“Quando o processo de urbanização ocorre de forma acelerada, sem que as condições mínimas necessárias para o seu desenvolvimento sejam respeitadas, gera consequências graves, que refletem em toda a população e no meio ambiente.” (Santos et al, 2014)

Causado pela falta de planejamento urbano e aumento da pobreza e da violência nas metrópoles (SANTOS, 2005), nessa nova tendência ocorre a reversão no crescimento das grandes metrópoles em favor de cidades médias que, na visão de SANFELIU & TORNE (2004) oferecem como atrativos:

1. sistemas mais equilibrados e estáveis em seu território;
2. maior facilidade de gestão e exercício da cidadania;
3. maior identidade da população com a cidade;
4. menores problemas ambientais;
5. menores conflitos e custos sociais;
6. menor diversidade social e cultural;
7. menor poder de competitividade econômica e;
8. maior dificuldade de acesso aos fluxos de informação e capital.

Para SANTOS et al., (2014) essa nova tendência contribui não somente com a intensificação do processo de integração e ocupação do território nacional mas igualmente para uma melhor preservação ambiental.

O Censo Demográfico 1991, já apontava para modificações no fluxo das migrações internas, como o arrefecimento das migrações do Nordeste para o Sudeste e algumas reversões nos saldos migratórios das Unidades da Federação, indicando a formação de novos espaços de redistribuição populacional (OLIVEIRA et al., 2011).

No que se trata de deslocamentos entre distâncias maiores a partir de 1990, como na escala inter regional, OLIVEIRA et al., (2011) conclui que, apesar da manutenção dos principais fluxos migratórios já que os fatores econômicos e sociais não se alteraram, observa-se uma tendência de redução nos seus volumes e BAENINGER (2000) acrescenta a emergência da migração de retorno causada pela redução da capacidade de geração de emprego e novas oportunidades ocupacionais das áreas de atração, dos movimentos de curta distância, dos movimentos intra - regionais, elementos explicativos e determinantes para esse fenômeno migratório.

Toda esse movimentação da população brasileira corrobora os estudos de OJIMA & MARTINE (2012), que nos mostram que, apesar de mais de 60% da população brasileira de 1970 estar concentrada no bioma Mata Atlântica, o bioma mais urbanizado do país, a partir de então está havendo uma descontração da população no bioma, chegando 56% em 2010.

3.5. 3. Economia no Bioma

“Que lucro advirá ao nosso paiz, ou ao Estado de Sta. Catharina ou Paraná, das concessões feitas as empresas estrangeiras, para a exploração de nossas florestas mais uteis e mais faceis de explorar?! Ao nosso vêr, nenhum. É possível que particulares tirem proventos pecuniários temporarios desse negocio. Mas o paiz fica, incontestavelmente, enormemente prejudicado com ellas”(HOEHNE, 1930 in CAPOBIANCO, 2011).

Apesar dos diferentes modos de produção e distribuição, do século XVI ao século XX, *commodities* como pau-brasil, cana-de-açúcar, gado, ouro e café eram altamente impactantes na economia brasileira e para YOUNG (2005) a sua exploração insustentável causou sérios

danos à Mata Atlântica, cujo desmatamento teve seu início já no “descobrimento do Brasil” e vem acontecendo há um longo período de tempo.

A primeira boa notícia dada à Coroa Portuguesa por Américo Vespúcio, em 1501, foi a existência de grande quantidade de pau – Brasil (*Caesalpinia echinata*) na costas do “novo mundo” e que justificou o nome dado ao país. Foi essa a primeira vítima da exploração de *commodities* e a primeira raridade natural.

A partir de 1502, a coroa Portuguesa arrendou a exploração de pau – Brasil e realizou o primeiro contrato com mercadores portugueses e italianos, liderados por Fernando de Noronha, dando-lhes a permissão de explorar anualmente 300 léguas do litoral.

A exploração era tão intensa que BUENO (1998) relata que em 1558 a exploração era viável apenas a mais de 20 km da costa e em 1605 a Coroa Portuguesa começou a enviar guardas para proteger a floresta nas áreas onde a extração era mais intensa para proteger o pau-Brasil do corte indiscriminado. O autor estima que nos primeiros 100 anos foram extraídas cerca de 2 milhões de árvores.

Esta exploração persistiu até 1859 quando o contrabando do pau-Brasil superou as vendas oficiais e surgiu um novo corante à base de alcatrão mineral. CAPOBIANCO (2001) ressalta que nesses três séculos de exploração não houve qualquer processamento da madeira na colônia.

Durante o período colonial não apenas o pau-Brasil era tido como mercadoria. A exótica fauna também rendeu dividendos. A comercialização de couros e peles de onça, veado, cutia, paca, cobras, jacarés, anta, outros e outros animais, de penas e plumas e carapaças de tartarugas chegou a custar 6 mil réis, o equivalente ao preço de um boi na época (DEAN, 1996).

Não pode-se esquecer ainda do sistema de concessão de sesmarias. A terra, praticamente sem valor, era recebida gratuitamente e, após ser explorada e consumida toda a mata e suas potencialidades, o proprietário a passava adiante a um valor irrisório e solicitava outra ao governo ou invadia outra terra pública fazendo do solo um recurso descartável (CAPOBIANCO, 2001).

Sendo o novo mundo terra em que se plantando tudo dá, foi introduzida a cultura da cana-de-açúcar, que exerceu pressão na Mata Atlântica como um todo. As férteis áreas do litoral nordestino foram desmatadas para o seu cultivo e a lenha usada como combustível nos engenhos de açúcar. Mesmo após a abolição da escravatura, o motor do cultivo e processamento da cana-de-açúcar, os mais de 500 anos de constante plantio serviu, na opinião de YOUNG (2005) não apenas para incentivar o desmatamento, mas também para criar e manter grandes disparidades sociais como as péssimas condições sociais dos trabalhadores nos canaviais, ainda atuais, e pela criação de bolsões de pobreza.

O café, outra espécie exótica, dependia imensamente de mão-de-obra escrava (especialmente no primeiro estágio) e se tornou a principal fonte de divisas no início do século XIX, porém, trouxe consigo práticas agrícolas não sustentáveis que aceleraram a perda de áreas florestadas no sudeste do país, especialmente a região conhecida como “mar de morros” no Vale do Paraíba (DEAN, 1996). Tendo esta seu solo exaurido, a cultura mudou-se para o interior – primeiramente São Paulo e posteriormente para o Paraná, aonde o solo apropriado é abundante (YOUNG, 2005).

Com a abolição da escravidão, os escravos foram substituídos por imigrantes europeus livres, fato que causou impacto importante no desenvolvimento do café como uma poderosa *commodity*. Foi o café e sua produção excedente que financiou a expansão industrial brasileira no século XX (YOUNG, 2005).

Durante o ciclo do ouro o uso de técnicas usadas para exploração das jazidas e a demanda por madeira, lenha e outros recursos provocaram o desmatamento da Mata Atlântica. O ciclo extinguiu-se com a exaustão das jazidas (DEAN, 1996; YOUNG, 2005).

Caracterizada pela baixa produtividade, pequena demanda de mão-de-obra e limitadas oportunidades de geração de renda e alteração da situação social existente, o ciclo do gado continua sendo umas das principais formas de uso da terra no País. Para o estabelecimento da criação de gado, grandes áreas florestadas foram queimadas para abrir novas pastagens.

O ouro e o gado como *commodities* foram importantes pois sua exploração inseriu o interior do país aos ciclos não sustentáveis de uso, exerceram pressão para o desmatamento e contribuíram para o estabelecimento dos limites atuais do Brasil. Causaram grande devastação das florestas sem, contudo, trazer benefícios sociais relevantes.

CABRAL & CESCO (2008) concluíram em seu trabalho que a dinâmica da indústria madeireira na Mata Atlântica manteve-se semelhante desde o período colonial até meados do século XX, caracterizando-se pelo seu aspecto migratório temporário que acompanhavam a expansão da fronteira agrícola pela extração das madeiras de maior valor comercial e utilização da madeira restante do arroteamento.

Depois do pau Brasil, a exploração dos recursos florestais já se estendeu à outras madeiras de alto valor para a construção naval, edificações, móveis e outros usos nobres como tapinhoã, sucupira, canela, canjarana, jacarandá, araribá, pequi, jenipaparana, peroba, urucurana e vinhático, à algumas espécies não madeireiras como a salsaparrilha, ceras e bálsamos assim como à algumas epífitas como bromélias, cactos e orquídeas, que no auge de sua comercialização motivou a destruição de grandes áreas florestais (CAPOBIANCO, 2001).

Fazendo uso de métodos, em sua maioria, não sustentáveis devido à pouca tradição de práticas de manejo sustentável (YOUNG, 2005) a silvicultura consiste, quase exclusivamente, em monoculturas de espécies madeireiras exóticas, especialmente eucalipto e pinheiro tendo a lenha e o carvão, seguidos da própria madeira, como os produtos florestais mais importantes economicamente. Os produtos não madeireiros, menos importantes por ser financeiramente mais rentável adotar o cultivo do que incentivar o extrativismo, representam uma pequena porção do valor total da extração vegetal. Dentre eles inclui-se a piaçava (*Leopoldina piassaba*), o bacuri (*Platonia insigninis*), a mangaba (*Hancornia speciosa*), o umbu (*Spondias tuberosa*) e o fruto e a castanha do caju (*Anacardium occidentale*) (YOUNG, 2005).

Em meados de 1970, a Mata Atlântica forneceu 15 milhões de m³ de madeiras em tora, ou seja, 47% de toda produção nacional. Já em 1988 essa produção caiu para menos da metade (7,9 milhões de m³) não devido ao nível de consciência, mas ao esgotamento do recurso pela exploração não sustentável. Atualmente, essa atividade possui importância apenas regional, com destaque para a exploração do pinheiro do Paraná pela indústria moveleira e de madeiramento para construção nos estados do Paraná e Santa Catarina (CAPOBIANCO, 2001).

Vale ressaltar que as políticas públicas de apoio ao desenvolvimento sustentável devem proteger não somente a fauna e a flora como a melhoria das condições de vida presentes e futuras das populações locais e, mesmo não tendo alto valor econômico agregado, alguns produtos podem ter relevante importância para comunidades tradicionais e que havendo exploração predatório destes produtos, impacta-se não apenas o ambiente florestal e sua capacidade de reposição, mas também as formas sociais tradicionais de extração, o uso desses produtos e a integridade desses povos (YOUNG, 2005).

YOUNG, (2005) cita ainda outros fatores sócio – econômicos que impactam a Mata Atlântica:

- 1- **Contraste entre minifúndios e latifúndios:** as propriedades rurais muito pequenas não são suficientes para a subsistência de uma família enquanto os vastos estabelecimentos agrícolas ocupam a maioria das terras e geram poucas ofertas de trabalho.

- 2- **Desequilíbrio na posse e na produtividade da terra:** as pequenas propriedades geram mais valores e empregos que os grandes estabelecimentos, criando uma herança de estrutura social desequilibrada aonde os grandes proprietários se beneficiam às custas dos trabalhadores rurais que não possuem condições mínimas de sobrevivência, o que evidencia que a pressão exercida pelos grandes estabelecimentos rurais não está relacionada à problemas demográficos já que a maior parte delas trabalha em pequenas propriedades.
- 3- **Mercado de trabalho rural instável:** com o desenvolvimento de lavouras comerciais, a demanda por trabalhadores é sazonal, deixando o mercado instável e restrito pois é incapaz de absorver mão de obra excedente fora dos períodos de pico.
- 4- **Acomodação de população excedente em áreas florestadas:** seja o trabalhador rural sem terra e sem emprego ou aqueles advindos de fluxo migratório excessivo, se instalam em áreas florestadas, perpetuando o ciclo do desmatamento e expandindo a fronteira agrícola.
- 5- **Políticas públicas:** políticas como empréstimos subsidiados para incentivar a produção, geralmente a criação extensiva de gado, incentivo à exportação, políticas monetárias que induzem os produtores a privilegiarem atividades com resultados a curto prazo, redução de custos dificultando a aquisição de recursos para manejo e fiscalização das áreas protegidas e a construção de estradas e obras de infra estrutura que aumentaram as possibilidades de penetração nas áreas reservadas.

A autora diz que essas políticas apenas demonstram que a proteção das florestas “*não é, em nenhum nível, uma alta prioridade dos órgãos governamentais*” e é corroborada por CAPOBIANCO (2001), que nos lembra que os desmatamentos não são em regiões distantes e de difícil acesso, mas a poucos quilômetros dos grandes centros, numa demonstração clara da falência absoluta do sistema de fiscalização dos órgãos públicos no país.

“A proteção da biodiversidade e dos ecossistemas precisa ser uma prioridade em nossos esforços para construir uma economia mundial mais forte, mais justa e mais limpa. Em vez de servir de desculpa para o adiamento de novas medidas, a recente crise econômica e financeira deveria servir como lembrete da urgência da criação de economias mais verdes” (Angel Gurría In: WWF - 2010)

YOUNG (2005) em seu trabalho conclui que o desmatamento da Mata Atlântica é o outro lado do processo de exclusão social e econômica que caracterizou a formação da nação brasileira já que as políticas que incentivam o uso agrícola de áreas de florestas perpetuam o confinamento dos trabalhadores rurais em pequenas áreas e dão controle de grandes faixas de terra mais produtivas a poucos grandes proprietários e que a pressão sobre o bioma é motivado, quase que completamente, por uma lógica de curto prazo, alarmante ausência de valorização da sustentabilidade da terra a longo prazo ou dos interesses dos pobres.

3.6. O Clima

Sendo o clima um componente do ambiente que condiciona os processos naturais e influencia no desenvolvimento de diversos organismos, conhecer sua dinâmica é extremamente relevante ao planejamento de muitas ações que visem à melhoria da qualidade de vida de milhões de pessoas e à prevenção de fenômenos atmosféricos adversos desde secas até enchentes (MADRUGA et al., 1999; FOLHES & FISCH, 2006; BRAIDO & TOMASELLI, 2010; ROLDAO & SANTOS, 2012).

Regularmente a mídia noticia perdas econômicas e de vidas em decorrência de extremos climáticos, despertando o interesse da comunidade científica para esses fenômenos climáticos (KOSTOPOULOU & JONES, 2005).

RIBEIRO (1993) considera o clima fundamental no processo de organização espacial uma vez que este influencia diretamente em diversas atividades humanas, como a agricultura, economia e o comércio que dependem diretamente de dados precisos sobre chuvas, secas, temporais, furacões, geadas e outros fenômenos (VIANA, 2010).

Devido às atividades antrópicas e aumento progressivo da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera nos últimos 100 anos (IPCC, 2007), o aquecimento global tornou-se um dos maiores paradigmas científicos, intensificando a discussão acerca de suas consequências - fenômenos extremos que provocam mudanças climáticas terrestres e diversas alterações no ambiente e impactos ambientais, sociais e econômicos (ARAUJO et al., 2014) bem como os cenários futuros usando para tal métodos de circulação geral de grande escala (NOBRE et al., 1991).

Segundo SILVA & GUETTER (2003), em cada região do planeta encontra-se variações no volume e distribuição espacial da precipitação, aumento na temperatura, elevação do nível do mar e outros efeitos causados pelas mudanças climáticas próprias da localidade.

Estudar o clima e suas variações na escala regional é fundamental para as atividades antrópicas desenvolvidas (FERREIRA, 2002; ROLDÃO & SANTOS, 2012), principalmente para a agricultura, conforme MATOS et al. (2015) e SLEIMAN & SILVA (2008), apesar de ANDRIUCCI (2002) considerar o clima um regulador do processo de produção agrícola e não determinante deste.

Desmatamento e degradação ambiental, associados ao mau uso dos ecossistemas, modificam o clima globalmente provocando alterações da temperatura do ar e da precipitação pluvial a nível local (HOOPER et al., 2005; SANTOS, 2006) assim como a diminuição de áreas verdes que modificam não somente os padrões de temperatura e precipitação do local, mas também a direção dos ventos (KATO & YAMAGUCHI, 2005).

O IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) afirma que as variações no ciclo hidrológico e na temperatura média da América Latina são consequências da variabilidade climática natural, mas também da influência humana no sistema.

Para SANTOS & BRITO (2007) a soma dos efeitos dos gases de efeito estufa com o mau uso e desmatamento dos ecossistemas locais em ecossistemas frágeis e vulneráveis como o Semi-Árido Brasileiro, causam mudanças climáticas ainda mais drásticas.

REZENDE & CUNHA (2014) investigando a influência dos fatores climáticos em espécies em extinção no estado de Minas Gerais, verificaram a existência de associação significativa entre as variáveis ambientais e a flora, o que os levou a concluir que há uma alta influência das condições climáticas com o ambiente em que as espécies vivem.

Definida por YEJVJEVICH (1972) como uma série temporal aonde ocorre uma mudança sistemática e contínua em qualquer parâmetro de uma dada amostra, excluindo-se as mudanças periódicas ou quase periódicas, a tendência climática é entendida por RIBEIRO et al., (2014) como uma alteração suave do clima com acréscimo ou decréscimo nos valores médios das variáveis no período analisado.

Na concepção de ZHANG & YANG (2004), utilizando séries históricas de variáveis meteorológicas como a temperatura do ar e a precipitação pluvial, é possível mensurar se houveram mudanças climáticas locais através da análise das tendências temporais das mesmas.

As variáveis climáticas precipitação e temperatura do ar são tão relevantes que dos 27 índices de detecção de mudanças climáticas elaborados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), 11 são derivados da precipitação e 16 da temperatura do ar (ZHANG & YANG, 2004).

O IPCC (2007) nos esclarece que as mudanças climáticas alteram a temperatura média e os valores da precipitação, cujo aumento na variabilidade da precipitação podem causar inundações e secas mais intensas e frequentes e, segundo ROLDÃO & SANTOS (2012), influenciar as atividades antrópicas.

Analisando os valores médios e extremos de temperatura do ar e precipitação medidos no posto meteorológico da Universidade de Taubaté - UNITAU, FOLHES & FISCH (2006) verificaram que não há tendência significativa na série de 14 anos de dados na temperatura do ar, exceto uma tendência decrescente no mês de fevereiro e para os 23 anos de dados de precipitação apontaram tendência de aumento nos meses de novembro, diminuição do número de dias secos e uma pequena redução estatisticamente significativa no mês de abril mas, anualmente, as tendências se anulam e não apresentam tendência positiva ou negativa exigindo uma análise detalhada de uma série temporal maior.

Na Coréia do Sul, avaliando as tendências de índices extremos climáticos entre 1971 e 2010 utilizando um modelo climático regional, IM et al., (2011) verificaram que os índices baseados na temperatura mínima apresentaram resultados significantes, e o que os índices de intensidade e frequência da precipitação mostraram um aumento significativo.

DELGADO et al. (2012b), investigando a influência da mudança da paisagem a partir de dados TM em Cruzeiro do Sul, AC, constatarem o crescimento das áreas antropizadas entre os anos de 2005 a 2010, como também o aumento da temperatura da superfície em áreas antropizadas com valores superiores a 40°C, que resultou no aumento da precipitação de 17.6 mm.ano⁻¹ (1971-1990), com valor máximo de 30.5 mm.ano⁻¹ nos anos de 1993 a 2002.

Ao estudar a variabilidade temporal dos dados mensais de séries de precipitação e temperaturas máxima, mínima e média do ar entre 1972 e 2012 na região de Tucuruí-PA, aplicando o teste não paramétrico de Mann-Kendall, RIBEIRO et al. (2014) verificou a existência de tendência crescente positiva nas séries de temperatura mínima do ar, mas não identificou nenhuma tendência significativa para a temperatura máxima. Sazonalmente, verificou correlação com significância estatística apenas entre a precipitação das estações outono, inverno e primavera, e o índice ODP - uma tendência de uma distribuição mais homogênea de precipitação ao longo do ano.

ALEXANDER et al., (2006) analisando os dados globais extremos de temperatura e precipitação na escala diária entre 1951 e 2003, concluíram que mais de 70% da terra apresentou uma diminuição significativa na ocorrência anual de noites frias e um aumento significativo na ocorrência anual de noites quentes, mostrando alterações significativas nos extremos de temperatura associados ao aquecimento.

Em seu estudo com séries de acumulados mensais de precipitação e a média mensal da temperatura de 1970 a 2006, SOUZA et al. (2009) aplicaram a metodologia de BOX & JENKINS (1970) para analisar as características das séries climáticas da região central do Rio Grande do Sul e concluíram que a temperatura, na análise descritiva, é representativa pois dá homogeneidade aos dados, mas não para a precipitação, o que diz que um modelo baseado em médias apresentará melhores resultados para a temperatura. Já aplicando o teste de Mann Kendall, encontraram uma tendência positiva para a precipitação e negativa para a

temperatura no verão e tendência negativa na precipitação e positiva na temperatura durante o outono, inverno e na primavera.

LIMA (2012) analisando as tendências e/ou variações climáticas nos padrões de temperaturas mínimas, e máximas anuais e precipitação total anual e média mensal através de dados de 42 anos fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), para o município de Caicó\RN, concluiu que as temperaturas aumentaram em função do aumento das mínimas, enquanto a precipitação não mostrou tendência significativa de alteração.

Influenciada por fatores diversos como a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, a distância de cursos d'água, o relevo, os ventos predominantes e as correntes oceânicas (AYOADE, 2010), a temperatura promove diversos efeitos diretos e significativos sobre os processos fisiológicos, tornando seu conhecimento fundamental para o planejamento de atividades humanas como a agricultura (MEDEIROS et al., 2005).

O estudo da variável temperatura é relativamente antigo e atualmente, diante da preocupação com o aquecimento global e as mudanças climáticas, estes estudos têm englobado outras variáveis porque, segundo NOBREGA (2010), apenas um parâmetro pode gerar erros consideráveis.

CARDOSO & AMORIM (2014) acreditam que diversos estudos têm sido feitos sobre o clima urbano, pois sofrem influência direta das características da superfície urbana local como rugosidade, uso e ocupação do solo, permeabilidade, albedo e propriedades térmicas, dentre outros.

Conforme SILVA & GUETTER (2003) o aumento da temperatura média global e a constante ingestão de gases de efeito estufa têm levado o sistema climático a indesejáveis cenários presentes e futuros.

MACHADO & MARENGO (2006) prevê num cenário futuro, o aumento da precipitação e da temperatura na ordem de 3 °C a 4 °C no Sudeste Brasileiro, mudança essa que pode levar ao aumento de eventos extremos e prejuízos sociais e econômicos.

O Relatório STERN (2006), mensura uma perda econômica de cerca de 3% da riqueza gerada por todas as nações em decorrência das mudanças climáticas globais e aumento de eventos extremos como tempestades severas, inundações, estiagens prolongadas e outros.

No Estado de Utah – EUA, SANTOS et al. (2010), após analisarem as tendências anuais de 20 índices extremos de temperatura e precipitação de 1930 a 2006, verificaram o aumento na temperatura do ar na região.

Na Espanha, KENAWY et al. (2012) observaram em seus estudos da amplitude térmica diária que a média das temperaturas máximas e mínimas a partir de 1960 têm aumentado significativamente ao passo que a amplitude térmica diária apresentou uma variabilidade pouco significativa.

MINUZZI (2010), analisando a variabilidade mensal das temperaturas máxima, mínima e média e chuva com dados de quatro estações meteorológicas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) no estado de Santa Catarina entre 1955 e 2008 e pretendendo identificar pontos de mudança no comportamento climático e determinar as tendências climáticas nesses períodos, utilizou os testes de Homogeneidade Normal Padrão (THNP), de Análise de Regressão, de Mann-Kendall e o teste de sequência ou 'run test' e verificaram que a temperatura máxima apresentou tendência de diminuição desde meados de 1950 e uma mudança no seu comportamento entre 1995 e 1997, enquanto a mínima alterou-se entre 1988 e 1991 demonstrando tendência de aumento e que não encontraram um período definido de mudança no comportamento temporal da temperatura média e da chuva, apesar do leve sinal de aumento na tendência.

STRECK et al., (2011) verificando possíveis associações entre a variabilidade interdecadal das temperaturas mínima ($T_{mín}$) e máxima ($T_{máx}$) diárias do ar e da amplitude térmica diária (ATD) em Santa Maria, RS, com a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) a partir de valores diários de $T_{mín}$ e $T_{máx}$ de janeiro de 1912 a dezembro de 2009, chegou ao resultado que, do ponto de vista climático, a temperatura do ar apenas demonstra sido afetada por fenômenos cíclicos de baixa frequência na escala decadal em séries históricas longas, ou seja, acima de 50 anos. Em séries temporais curtas os autores dizem que as tendências de aquecimento ou resfriamento podem ser apenas das oscilações naturais e, atribuir tais tendências a causas antrópicas nesses casos não é recomendado.

Com dados mensais de temperaturas máxima, média e mínima de 1961 a 2009 da estação climatológica principal da cidade de Barreiras, BA, SOARES NETO et al., (2011) verificaram, após o teste de Mann- Kendall, que o maior grau de elevação foi da temperatura máxima, que as temperaturas máxima, média e mínima apresentaram baixo coeficiente de variação e não apresentaram tendências significativas de crescimento nos 48 anos de observação.

DELGADO et al., (2012a) com dados meteorológicos anuais de 1970 a 2010 das estações meteorológicas convencionais de Cruzeiro do Sul, Tarauacá e Rio Branco – todas do Estado do Acre, pertencentes ao INMET, verificaram que os dados de 1990 a 2010 mostraram um aumento da temperatura mínima do ar de 0,11°C e 0,07°C para Cruzeiro do Sul e Rio Branco, respectivamente e de 2000 a 2010 a pressão de saturação do vapor d'água teve aumento de 0,17 hPa para Cruzeiro do Sul, 0,05 hPa para Tarauacá e 0,11 hPa para Rio Branco.

BACK et al., (2012) utilizando o teste de Mann-Kendall e o teste de Theil-Sen em dados mensais de temperatura máxima e mínima do ar de 1924 a 2010, e diários de temperaturas máxima e mínima do ar e de precipitação pluvial, de 1955 a 2010, para avaliar as tendências nas séries climáticas e nos índices agroclimáticos para o cultivo da videira na região dos Vales da Uva Goethe, em Santa Catarina verificaram uma tendência de aumento de aproximadamente 2°C por século na temperatura mínima anual, especialmente no verão enquanto a máxima anual tende a aumentar significativamente na primavera além da tendência de diminuição do número de geadas e de aumento da chuva total anual.

TEIXEIRA-GANDRA et al., (2014) pretendendo modelar as séries de temperaturas médias mínima, máxima e média anual de 1931 a 2011 da estação agroclimatológica localizada em Pelotas, RS, Brasil através dos testes de Cox-Stuart, Wald-Wolfowitz, Spearman e Mann-Kendall, além de modelos Autorregressivos Integrados Média Móvel e do teste de Porteau Monteau verificaram que o mais robusto dos testes foi o de Spearman, que demonstrou o acréscimo de 1,12 °C nas temperaturas médias mínimas anuais da localidade em estudo, que os modelos autorregressivos permitem prever as temperaturas médias mínimas anuais e que acrescentando outro parâmetro regressivo não há ganho de informação na previsão das mesmas.

CARDOSO et al., (2012) ao avaliar a variabilidade e as tendências temporais das temperaturas máxima, mínima e média do ar, precipitação pluvial e outras variáveis climáticas no período 1983-2009 na região de Vacaria, RS para confrontar com as necessidades das macieiras Gala e Fuji verificou que a precipitação pluvial média da primavera apresenta tendência temporal significativa de aumento e para a temperatura observou resultados diferentes para temperaturas máximas, mínimas e médias. A mínima apresentou tendência significativa de aumento no inverno e na primavera, a máxima tendência significativa de redução no verão e não significativa nas demais estações e a média uma tendência de redução no verão e nas demais estações não apresentou tendência significativa.

BARBOSA et al., (2015) em seu trabalho utilizando dados de temperatura média de 2001 a 2012 na cidade de Bauru – SP verificou que a série de temperatura média mensal não

apresentava tendência de crescimento e, após aplicar a metodologia BOX & JENKINS, (1970), concluiu que esta é adequada para a modelagem de dados climatológicos, mas sugere a aplicação desta às temperaturas máximas e mínimas pois a temperatura média pode mascarar a variabilidade dos dados, oferecendo resultados menos precisos.

MADRUGA et al. (1999), após calcular as correlações existentes entre a anomalia de temperatura e de precipitação sazonal concluíram que no Sudeste e no Sul do Brasil o verão é a estação mais chuvosa do ano devido à radiação solar incidente que impacta nas anomalias de umidade do solo e influencia na evaporação e nos fluxos de calor sensível e latente enquanto no outono há os melhores valores de correlações entre a precipitação de verão e a temperatura, que a precipitação não é uma boa variável para a previsão da temperatura, pela falta de relações entre elas e que as previsões usando precipitação-temperatura ou umidade do solo-temperatura como variáveis predictoras são similares entre si.

Quando refere-se à precipitação, trata-se de um elemento climático que produz resultados diretos na economia humana (SLEIMAN & SILVA, 2008) e sofre influência das acentuadas mudanças no uso do solo, pois afetam o ciclo hidrológico no ecossistema (FONSECA DUARTE, 2005). Segundo LAURENCE (1998), em áreas desmatadas, como a umidade não evapora e tampouco fica retida como em áreas vegetadas, as precipitações podem ser reduzidas em até 20% nos índices pluviométricos.

Segundo NÓBREGA (2010) por expressar a relação entre perda e ganho de água disponibilizado pela vegetação, a precipitação foi usada por BROOKS (1948), CARTER (1967) e finalmente KÖPPEN (1900) como uma das bases para classificação dos climas do mundo devido à falta de dados suficientes e confiáveis de evaporação.

WANG & YAN (2009) utilizando o método de Mann-Kendall analisaram na China as tendências de seis índices de precipitação entre 1961 e 2007 a partir de observações diárias de 587 estações e evidenciaram a sazonalidade diferenciada dos extremos de precipitação analisados. Na pesquisa, o índice R90p aumentou no inverno e diminuiu no Outono da região sul do país e ao norte aumentou na primavera e diminuiu no verão.

Estudando as variações anuais de chuvas no Brasil a partir de 21 anos de dados (1958 a 1978), RAO & HADA (1990) verificaram que o coeficiente de correlação entre o índice de Oscilação Sul (IOS) e a precipitação é geralmente pequena sobre a maior parte do Brasil, com exceção ao estado do Rio Grande do Sul, aonde na primavera correlação mostrou-se significativamente alta, se comparada com a estação anterior, e mostra perspectivas de previsão chuvas sazonais.

Objetivando identificar mudanças climáticas regionais, HAYLOCK et al., (2006) fizeram uma análise da precipitação sobre a América do Sul e observaram que no Brasil, usando índices calculados a partir de 354 estações da Rede Global de Climatologia Histórica, uma tendência de condições mais úmidas para o sudoeste e mais secas no Nordeste, possivelmente explicadas pelo mudanças na ENSO (El Niño Oscilação Sul).

FISCH & VALÉRIO (2005), investigando a variabilidade intra e interanual da precipitação no Vale do Paraíba – SP e usando dados de 1982 a 2000 não identificaram uma conexão forte e sistemática entre os eventos que ocorrem no Oceano Pacífico (eventos El Niño ou La Niña) e as chuvas anuais ou mesmo sazonais no Vale do Paraíba.

BLAIN (2010) visando detectar tendências e variações climáticas em oito séries de totais anuais de precipitação pluvial do Estado de São Paulo, a partir de dados pertencentes à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo utilizando teste t-student, teste F, teste da razão da verossimilhança (Λ^*) e teste de Mann-Kendall (MK) como métodos estatísticos, verificou que, de forma geral, não há marcantes alterações no regime anual de precipitação pluvial das localidades de São Paulo, com exceção à Ubatuba, aonde observaram tendências pouco significativas de elevação. Em Jundiaí e Pindorama detectou marcantes indícios de alterações de ordem climática no regime anual dos totais de

precipitação pluvial nos diferentes períodos analisados, em Monte Alegre do Sul, uma tendência pouco significativa de elevação nos totais anuais de precipitação pluvial, em Campinas, Cordeirópolis, Mococa e Ribeirão Preto detectou indícios de alterações climáticas e em Ubatuba observou indícios de queda no regime de precipitação pluvial no período.

WANDERLEY et al., (2013) estudando dados mensais de precipitação de 1931 a 2011 do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) da microrregião do Sertão do São Francisco, Alagoas, concluíram que a precipitação de 1931 a 1990 foi homogênea e sem tendência e de 1991 a 2011 houve uma tendência estaticamente significativa de aumento da precipitação em sete meses.

DELGADO & SOUZA (2014), ao estudarem a tendência climática anual da precipitação de 1960 a 2013 e seu aproveitamento para fins não potáveis em região da Amazônia Ocidental brasileira a partir de dados da cidade de Cruzeiro do Sul, Acre, disponibilizados pelo INMET, detectaram uma leve tendência positiva dos dados pluviométricos no teste de Mann-Kendall, mas não significativos no teste de Pettit para a série e concluíram que existe aleatoriedade na precipitação, mas com estes resultados não pode ser levantada a hipótese de modificação climática para esta localidade sem considerar sistemas meteorológicos como o El Niño e La Niña e a Zona de Convergência Intertropical em estudos futuros.

BRAIDO & TOMASELLI (2010) estudando uma série histórica de precipitação pluviométrica de 1971 a 2007 no Pontal do Paranapanema, a oeste do estado de São Paulo, verificaram que a média anual era da ordem de 1295,5 mm, que o ano de 1882 foi o mais chuvoso e 1985 o mais seco, que o trimestre mais chuvoso era entre dezembro e fevereiro e o mais seco entre junho e agosto e que a área em que mais chovia era a leste e a que menos chovia a oeste.

RIBEIRO et al. (2014) lembra que as chuvas, escassas ou abundantes, sofrem influências desde escalas temporais e espaciais a nível global (El Niño e La Niña) a níveis locais (chuvas localizadas).

O fenômeno ENOS (El Niño – Oscilação Sul) é o mais importante acoplamento oceano-atmosfera com atuação em todo o globo terrestre. (SILVA et al., 2014; CAI et al., 2015)

Segundo CERA & FERRAZ (2015) o ENOS é o acoplamento dos fenômenos oceânicos El Niño e La Niña caracterizados, respectivamente, pelo aquecimento e resfriamento anômalo das águas do Oceano Pacífico Equatorial central e leste e o fenômeno atmosférico Índice de Oscilação Sul (IOS), um fenômeno de grande escala caracterizado pela diferença da Pressão ao Nível do Mar entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico Oeste (Darwin/Austrália), causando o enfraquecimento ou intensificação dos ventos alísios sobre o Oceano Pacífico Equatorial.

O ENOS demonstra duas fases opostas de acordo com a variação anômala de seus componentes (El Niño e La Niña) numa periodicidade média de quatro a sete anos e duração média de doze a dezoito meses alterando elementos climáticos, em especial a precipitação e atingindo geralmente as mesmas regiões, no mesmo período do ano, mas de forma oposta. Em região onde há excesso de chuvas no El Niño, nos episódios de La Niña ocorre secas (SILVA et al., 2014; JIN et al., 2014; CERA & FERRAZ, 2015).

O INPE disponibiliza em sua página os anos de ocorrência do El Niño e La Niña e, a partir do ano de 2000 tivemos as ocorrências listadas na Tabela 7.

Tabela 7: Ocorrência de El Niño e La Niña do ano de 2000 a 2014

El Niño		La Niña	
Moderado	Fraco	Forte	Moderado
2002-2003	2004-2005	2007-2008	1998-2001
	2006-2007		
	2009-2010		

Fonte: CPTEC/INPE. Em: <http://enos.cptec.inpe.br>

MOLION & BERNARDO (2002), afirmam que os fenômenos El Niño e La Niña influenciam as regiões brasileiras, principalmente no regime pluviométrico das regiões Sul e Nordeste. No Nordeste o impacto do El Niño modifica a precipitação e, dependendo da intensidade deste, pode ocasionar severas secas e na La Niña as chuvas podem ser intensificadas.

SILVA et al. (2014), analisando valores totais das chuvas mensais de 5 estações meteorológicas fornecida pela Agência Nacional das Águas (ANA) de 2000 a 2012 verificaram que o El Niño e La Niña modificaram o padrão de chuva nos municípios de Barreiras-BA, Correntina-BA, Araguaína-TO, Balsas-MA e Bom Jesus-PI.

Ao investigar os impactos socioeconômicos dos Eventos Extremos de chuva diária em Belém-Pará de 1987 a 2009, CAMPOS et al., (2015) concluíram que, se associados à falta de infraestrutura da cidade, ocupação urbana desordenada, impermeabilização do solo e falta de rede de esgoto adequada, esses eventos causaram desastres físicos, econômicos e sociais. MUNICH (2013) diz que nos Estados Unidos tempestades severas, que produzem tornados, granizo e danos diversos por ventos geram US \$ 1,6 bilhão de prejuízos por ano em todo o país.

3.7. Desertificação

Na segunda metade do século XX, as mudanças ambientais globais atingiram uma dimensão e velocidade jamais vistas na história da humanidade causando impactos cada vez mais significativos nos sistemas biogeoquímicos que sustentam a biosfera e, para LAMBIN et al., (2001) as mudanças no uso e cobertura da terra configuram como uma das mudanças globais mais significativas, com um ritmo e alcance geográfico sem precedentes.

Nas últimas décadas, a preocupação com o desmatamento nos trópicos tem crescido enormemente, já que as florestas tropicais são indubitavelmente consideradas um dos ecossistemas mais ricos e valiosos da superfície terrestre.

Segundo ALMEIDA et al., (2014) a preocupação mundial com a desertificação consolidou-se apenas após uma grande seca que afetou drasticamente o Sahel, na África, de 1968 a 1974 e a morte de 200.000 pessoas e milhões de animais em todo seu território.

ALVES (2004) nos aponta como consequências do desmatamento a emissão de gases estufa, alterações nos ciclos hidrológicos (quantidade e qualidade), degradação do solo, desertificação, mudanças climáticas locais e perda de biodiversidade, todas, com exceção à emissão de gases estufa na atmosfera, classificadas por MEYER & TURNER (1992) como mudanças cumulativas, ou seja, que ocorrem de maneira difusa no espaço, mas que, agregadas, são capazes de provocar mudanças globais.

A desertificação possui vários conceitos, mas a ONU a define como a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas (UNCCD, 1995).

A desertificação é, para PEREIRA et al., (2014) um dos principais problemas ambientais do mundo, pois ocorre com maior frequência e intensidade em países e regiões pobres do planeta e o Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca(PAE/BA, 2014), a relaciona às questões ambientais e aos modelos de desenvolvimento vigente.

O processo de desertificação é classificado por REIS (1988) como uma ação predatória, de curto e médio prazo, do homem sobre ecossistemas e SOARES & CAMPOS, (2014) como um fenômeno integrador dos processos econômicos, sociais, sejam eles naturais e/ou induzidos, que destroem não somente o equilíbrio do solo, da vegetação e da água, como também a qualidade da vida humana.

Segundo MMA (2010) a desertificação é resultante de vários fatores, aos quais incluem-se as variações climáticas e das ações antrópicas. São apontados como principais causas da desertificação o desmatamento, atividades pecuárias que levam ao pastoreio excessivo; atividades mineradoras; cultivos agrícolas no entorno de nascentes e margens de rios; uso do fogo sem manejo adequado ocasionando as queimadas descontroladas; e manejo inadequado do solo, da água; e pressão populacional. Esses fatores antrópicos associados às variações climáticas interanuais podem não somente fragilizar os ecossistemas como desencadear e/ou agravarem o problema (PAE/BA, 2014; SANTOS & AQUINO, 2015; NASCIMENTO, 2013; SANTOS, 2015; PEREIRA et al., 2014; SOARES & CAMPOS, 2014; ALMEIDA et al., 2014).

Para ALMEIDA et al. (2014), esclarece que enquanto as condições climáticas (disponibilidade de água e energia) condicionam a formação do solo, a estrutura e forma do relevo e a distribuição da biodiversidade, a diversificação das ações antrópicas e progressiva substituição da vegetação nativa por sistemas agropastoris ocasiona a perda de teor de matéria orgânica no solo, causando um acentuado processo de erosão. Para o autor ambos processos podem desencadear a desertificação, mas com dimensões e ritmos próprios.

No Brasil, as áreas suscetíveis à desertificação abrangem o trópico semiárido, úmido seco e áreas de entorno, atingindo diretamente 30 milhões de pessoas distribuídas em cerca de

1.340.000 km concentrados principalmente nos estados do Nordeste, dos quais, segundo o MMA (2007), 180 mil Km² estão em processo grave ou muito grave de desertificação.

Graças à possibilidade de informações confiáveis geradas, além da possibilidade de análise espaço-temporal e do desenvolvimento de modelos para estudos do processo, o Sensoriamento Remoto têm sido apontado como uma ferramenta para estudo da desertificação ao fornecer a reflectância, o índice de vegetação, índice de área foliar, temperatura de superfície, emissividade aparente, inércia e amplitude térmica e evapotranspiração. (ALMEIDA et al., 2014).

SANTOS (2015) alerta que a desertificação traz consequências dramáticas, muitas vezes de difícil recuperação e com altos custos sociais, econômicos e ambientais. SZILAGYI (2007) diz que, no Brasil, as perdas econômicas causadas pela desertificação podem chegar a US\$ 800 milhões por ano e, nas áreas mais sensíveis, podem alcançar US\$ 2 bilhões em 20 anos.

Apesar da seriedade da questão RUBIO & BOCHET (1998) e SOARES & CAMPOS (2014), afirmam que, poucos esforços têm sido feitos para delinear técnicas de monitoramento, diagnóstico e avaliação da tendência da desertificação considerando, segundo RHODES (1991), as necessidades locais e sociais.

ALMEIDA et al., (2014) na área experimental localizada no núcleo de desertificação da microrregião do Seridó Ocidental da Paraíba, composta pelos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi e Várzea, utilizando-se índices de seca meteorológica e do balanço hídrico climatológico, verificaram a irregularidade extrema do regime pluvial e o predomínio significativo de deficiência hídrica em quase todos os meses do ano contribuindo para a susceptibilidade ao processo de degradação ambiental e concluíram que os indicativos hídricos do regime pluvial, do balanço hídrico climatológico e seus índices derivados permitiram ao autor caracterizar as condições físicas e, simultaneamente, inferir que as atividades antrópicas contribuem para aumentar a degradação ambiental.

SILVA et al., (2015) avaliando a estrutura da paisagem nas bacias hidrográficas situadas no alto do rio das Velhas, rio do Carmo, rio Gualaxo do Sul e ribeirão da Colônia, abrangendo parte dos municípios de Ouro Preto, Ouro Branco e Mariana – MG e unidades de conservação existentes na área, utilizaram-se de imagem de junho de 2010 do satélite RapidEye AG e classificou o uso do solo em três classes: **Floresta estacional semidecidual Montana** (fragmentos superiores a 3 hectares), **Vegetação Natural 2** (campos naturais, campo com afloramento rochoso e vegetação inferior a 3 hectares) e **Uso antrópico** (pastagem, urbano, eucalipto, solo exposto, mineração, água e outros). Com esta metodologia, concluiu que a área do estudo tem bom estado de conservação, que no seu interior possui fragmentos grandes e menores ao longo de toda a bacia, mesmo em locais submetidos à forte pressão antrópica, e que a Zona de Amortecimento do Parque exerce papel importante na preservação de áreas de vegetação natural, apesar dos pontos vulneráveis próximos (pastoreio e mineração e extensas áreas de solo exposto).

OLIVEIRA et al. (2014), analisando o processo de desmatamento no município de Catolé do Rocha-PB com imagens ortorretificadas do sensor TM Landsat-7 do ano 2005 e Landsat-8 do ano 2013, verificou que em 8 anos, perdeu-se 1.847 hectares de caatinga densa (decréscimo de 13,49% da vegetação nativa preservada), as áreas com predominância de caatinga rala declinou em torno de 48%, (de 38.607 para 20.073 hectares); as áreas utilizadas para atividades agropecuárias, cresceram aproximadamente 20.191 hectares, passando a ser a classe de ocupação do solo com maior extensão e que houve o acréscimo de 156 hectares para as áreas com afloramento rochoso.

COELHO et al., (2015) estudando a degradação ambiental no município de Floresta/PE, na Mesorregião do São Francisco, utilizou imagens orbitais de 16/09/1997 e 06/10/2010 do sensor Landsat – 5/TM, obtidas no INPE e verificaram que são poucas as áreas

ainda ocupadas por vegetação nativa densa, que grande parte da área teve a vegetação substituída por vegetação rala e/ou solo exposto e mostrou-se preocupado com a redução da vegetação semidensa, pois é nessa classe que podem aumentar os núcleos de desertificação.

PEREIRA et al., (2014) quantificou e avaliou a evolução de um indicador de processo de desertificação a partir do albedo na região de Caicó/RN, mas concluiu que o uso de índices de vegetação, como o NDVI, SAVI e IAF, permite correlacionar a vegetação ao uso da terra para servir como referencial para a análise do processo de desertificação.

Ao analisar o processo de desertificação no município de Irauçuba, no noroeste do estado do Ceará, a partir dos parâmetros ambientais albedo da superfície, NDVI, temperatura da superfície, balanço de radiação e energia, e fração não evaporativa calculados de imagens do satélite TM – Landsat 5 das datas 20 de julho de 1985, 21 de julho de 1991 e 14 de julho de 2006, SANTOS et al., (2014) observaram que houve o crescimento das áreas com valores baixos do NDVI, (retirada da cobertura vegetal) para diversos fins, contribuindo para o processo de desertificação e/ou degradação ambiental, o aumento da temperatura aumentou de 0,1°C a 9 °C , à medida a área distancia-se das áreas vegetadas e aproxima-se das áreas em processo de desertificação e/ou degradação ambiental.

SANTOS & AQUINO (2015) analisando a cobertura vegetal no município de Castelo do Piauí, através do Índice de Vegetação NDVI, obtido das bandas 3 e 4 do satélite LANDSAT 5 TM e as bandas 4 e 5 do satélite LANDSAT 8 OLI, verificaram que, de 1985 a 1999, a classe alta de maior proteção das terras (NDVI de 0,8 a <1,0) desapareceu e que, de 1999 a 2014, as classes alta e moderadamente alta foram convertidas em classes de menor proteção, ou seja, baixa e moderadamente baixa (NDVI= >0 a <0,2 e 0,2 a <0,4).

MARTINS et al. (2015) utilizou o NDVI, o albedo da superfície, a temperatura da superfície e o saldo de radiação da superfície, calculados a partir de imagens TM Landsat 5, para avaliar mudanças em índices biofísicos em uma área nativa de Cerrado em Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, com reserva legal e uma área desmatada e verificou que na reserva legal o NDVI foi 72% maior, o albedo da superfície 56,1% menor, a temperatura da superfície 39,2% e o saldo de radiação diário 6,6% maior do que na área desmatada, nos levando a concluir que a substituição de uma cobertura natural para a implementação de uma monocultura modifica drasticamente os índices biofísicos.

Ao identificar as áreas susceptíveis à desertificação em 22 municípios da região semiárida do Norte do Estado de Minas Gerais, a partir da imagem LANDSAT 5 TM dos anos de 2001 e 2010, ALMEIDA et al. (2014a) verificou que houve um aumento de 280 Km² nas áreas não vegetadas, aumento de 4.350 Km² nas áreas de pastagens, destinadas às criações animais, agricultura e desmate seletivo e o crescimento de 1.160 Km², de vegetação muito densa, relacionada, segundo os autores, à implantação de unidades de conservação no norte de estado e aumento de reflorestamentos e culturas em estágio mais desenvolvido, como o eucalipto e concluiu que há uma tendência de crescimento nas áreas em desertificação.

A partir do cálculo do índice de propensão à desertificação proposto pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, com variáveis como tipo de solo, qualidade da água dos poços (condutividade elétrica), geologia, número de estabelecimentos agrícolas menores do que 10 hectares, percentual de área cultivada no município e intensidade pluviométrica, divididas em fatores antrópicos e fatores naturais, aos quais eram atribuídos valores de zero a um, indicando menor e maior propensão à desertificação, SOARES & CAMPOS (2014) pôde calcular o índice de propensão à desertificação no estado do Ceará e encontraram, nos municípios analisados, cerca de 42% da área total em área de baixa propensão à desertificação, ou seja, baixa vulnerabilidade (índice com valor acima de 0,45); 51% em área de média propensão (média vulnerabilidade para índice com valor maior que 0,35 e menor ou igual a 0,45) e 7% em área de alta propensão à desertificação, ou seja, alta vulnerabilidade (índice com valores inferiores ou igual a 0,35). Ao final, os autores

concluíram que os municípios com alto risco de desertificação no estado do Ceará são Alto Santo, Itaiçaba, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Palhano, Quixeré, Russas, São João do Jaguaribe e Tabuleiro do Norte.

Metaforicamente, para GUIMARÃES & CARDOSO (2014), a desertificação sinaliza para algo ainda maior: a desertificação dos valores humanos, das relações, da vida. Os autores nos dizem que essa crescente degradação é produzida mas produzida pelo modelo de organização social, seu modo de produção e consumo, que vêm forjando a forma de estar no mundo baseadas por relações simplificadoras e reducionistas de dominação e exploração que subjagam, oprimem e degradam, graças à nossa visão antropocêntrica e utilitarista da natureza que justifica o “uso” do ambiente sem a preocupação com as consequências destas ações no futuro, um futuro que está muito próximo.

MATALLO JUNIOR (2001) corrobora com esta visão ao afirmar que o principal problema das regiões secas, resulta da globalização do processo de produção e circulação de mercadorias, que exige a criação de um excedente econômico que se choca com os padrões tradicionais vivenciados pelas populações das terras secas e com as limitações de recursos naturais, especialmente, solo e água.

Os problemas socioambientais acarretados por essa concepção já podem ser percebidas tanto em escala local quanto global e a desertificação tem causado problemas socioambientais sérios, que vão desde problemas econômicos, migrações populacionais para novas áreas até a modificação dos ecossistemas originais. (GUIMARÃES & CARDOSO, 2014).

No 1/3 de toda a superfície da terra já desertificadas (MATALLO JUNIOR, 2001) o estabelecimento da vida (em todas as suas concepções) se torna bastante precarizada ou inexistente. No Brasil, essa é a realidade da região Nordeste, a região que possui mais áreas suscetíveis à desertificação e um dos maiores bolsões de pobreza em diferentes graus de deterioração socioambiental (GUIMARÃES & CARDOSO, 2014).

4. METODOLOGIA

4.1. Área de estudo

Considerando o já abordado no Item 3.4 e a reconhecida importância da preservação deste bioma objeto de tanta devastação ao longo da história do Brasil, tem-se a Mata Atlântica e suas formações florestais e ecossistemas associados como nossa área de estudo (Figura 3).

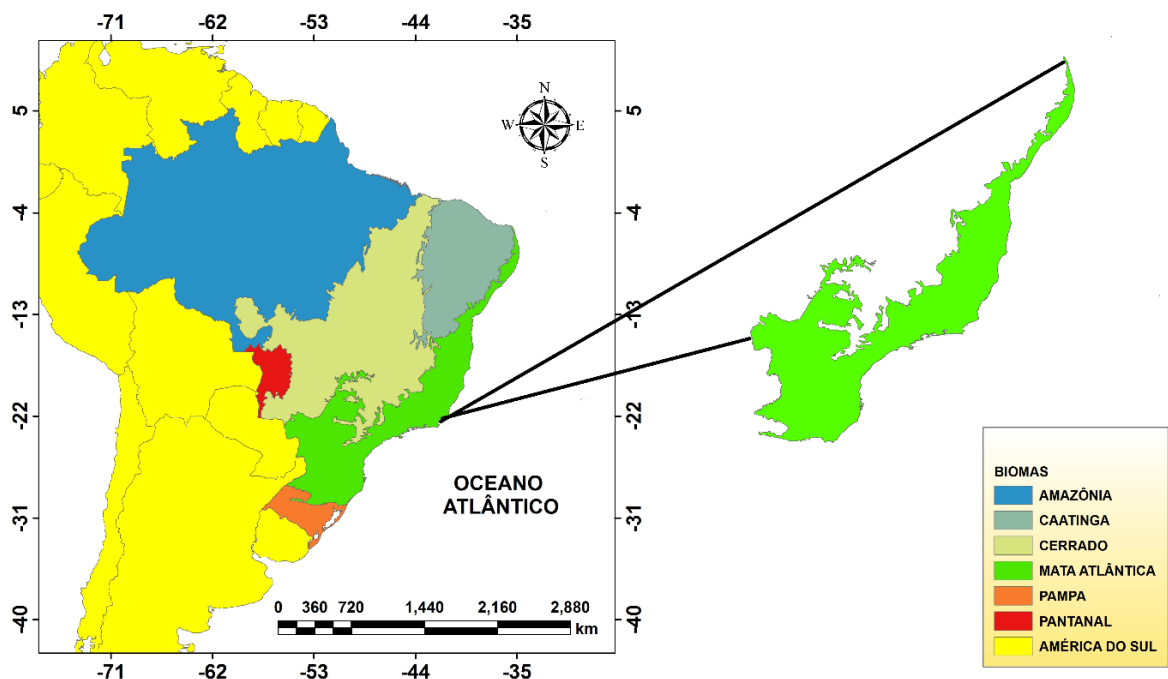


Figura 3: Localização geográfica da área de estudo e em destaque (verde) a Mata Atlântica.

Sob os climas Tropical úmido no Nordeste, o Tropical Atlântico no litoral, de Altitude (planaltos) no Sudeste e Subtropical no Sul, com temperatura média entre 14°C e 21°C, mas apresentando uma temperatura máxima absoluta de 35°C e temperatura mínima não passando de 1°C, embora no Sul possa chegar à -6°C (IEF, 2006), e com a chuva anual, por influência oceânica, variando entre 1.000 mm a 1.750 mm segundo o IBGE (2004), vivem os 190 milhões de brasileiros, distribuídos em mais de 3.500 municípios e 17 estados, gera-se de 70% a 80% do PIB nacional.

4.2. Dados Meteorológicos

Vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento o INMET foi criado em 1909, então com a denominação Diretoria de Meteorologia e Astronomia, passando a adotar a presente nomenclatura em 1992 por determinação da Lei 8.490.

O INMET tem por objetivo monitorar, analisar e prever o tempo e o clima através de estações meteorológicas e disseminar essas informações gratuitamente em sua página eletrônica <http://www.inmet.gov.br>.

O BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do INMET) é um banco de dados digital com dados meteorológicos de séries históricas das várias estações meteorológicas convencionais da rede de estações do INMET fornecendo, mediante cadastro, dados diários a partir de 1961 apoiando assim atividades de ensino e pesquisa com aplicações em meteorologia, hidrologia, recursos hídricos, saúde pública e meio ambiente, entre outros usos.

Neste trabalho utilizou-se os dados mensais de chuva e temperatura média do ar dos anos de 2000 a 2014 obtidos junto ao BDMEP (<http://www.inmet.gov.br>), através de dados fornecidos pelas 85 estações meteorológicas localizadas no bioma Mata Atlântica, demonstradas na Figura 4 e listadas na Tabela 22 do anexo A.

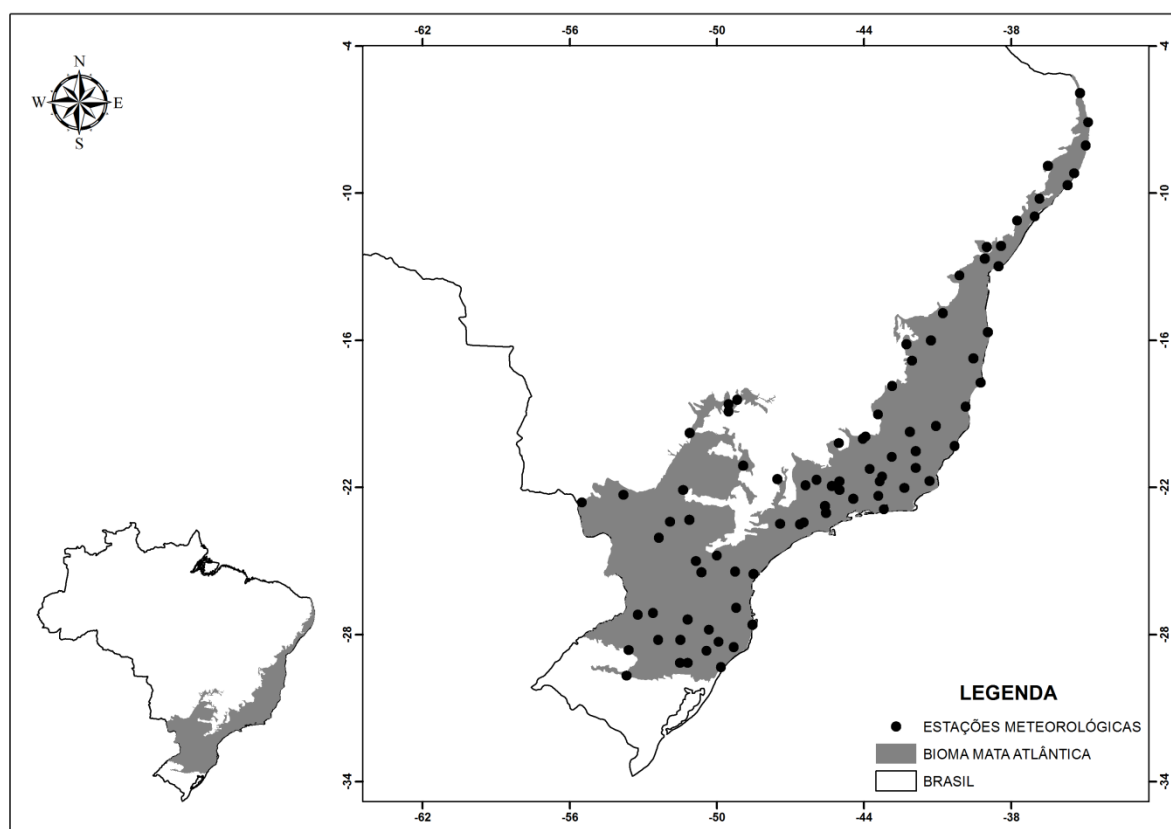


Figura 4: Localização das Estações Meteorológicas do INMET utilizadas neste estudo.

Como os dados não eram uniformes, as estações com resultado 0 (zero) no mês foram excluídas, conforme segue nas Tabelas 23 e 24 do Anexo II. Os dados válidos foram agrupados em séries temporais mensais de 2000 a 2014 para análise dos dados de chuva e temperatura média do ar do bioma Mata Atlântica.

4.3. Enhanced Vegetation Index 2 (EVI2)

A análise dos componentes do uso da terra e vegetação faz-se extremamente necessária já que o processo de desertificação, agravado pelo mau uso e degradação do solo e extrapolação da capacidade de suporte e sustentabilidade deste, altera consideravelmente a paisagem e torna uma região susceptível à desertificação.

Com a caracterização do uso da terra no tempo e no espaço pode-se elaborar mapas das regiões susceptíveis ao processo de desertificação e com isso nortear a sociedade a uma possível mitigação, ou pelo menos a uma prática mais sustentável do uso e cobertura do solo.

Foram utilizados a série temporal mensal de 2000 a 2014 de dados da vegetação da Mata Atlântica do EVI2 proposto por JIANG et al., (2008) do LAF - INPE (Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura e Floresta do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), no endereço eletrônico <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/index.php>>. Os arquivos do LAF - INPE vem no formato .csv, onde os mesmos foram tratados e organizados vetorialmente para o bioma Mata Atlântica.

Neste trabalho optou-se pelo uso do EVI2 pois, segundo JIANG et al., (2008) este índice é equivalente ao EVI e, segundo ANJOS (2012), é capaz de identificar facilmente a substituição da cobertura terrestre de pastagem por outros tipos de cobertura.

Para o cálculo do EVI2 pode ser aplicada a Equação 2, a seguir:

$$EVI2 = G \frac{IVP - V}{IVP + (6 - 7,5/c)V + 1} \quad (2)$$

em que,

IVP = infravermelho próximo (μm) ;

V = vermelho (μm);

G = fator de ganho = 2,5;

c = coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos = VA^{-1}

Neste estudo o EVI2 é fornecido a partir do mês de fevereiro no ano de 2000, quando o sensor MODIS passou a gerar imagens.

4.4. Teste Mann-Kendall

Adotando a metodologia proposta por DELGADO & SOUZA (2014), WANDERLEY et al. (2013); FERRARI et al. (2012), BLAIN & MORAES (2011), PENEREIRO & FERREIRA (2011), SNEYERS (1992), utilizou-se o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975) para verificar a possibilidade de ocorrência de tendência significativa nas séries temporais.

Considerando que a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples), na hipótese de estabilidade de uma série temporal, o teste de Mann- Kendall mostra-se como método mais apropriado para localização e detecção aproximada do ponto inicial de determinada tendência (BACK, 2001), e para analisar mudanças climáticas em séries climatológicas (GOOSSENS & BERGER, 1986; SOARES NETO et al., 2011).

De acordo com a metodologia descrita por MANN (1945) e KENDALL (1975) e GILBERT, (1983) e com base na estatística de Z do método, tomamos a decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese de nulidade H_0 , isto é, a hipótese H_0 é aceita quando a série temporal apresenta ausência de tendência, e rejeitada a favor da hipótese alternativa H_1 quando existe uma tendência na série temporal, em suma:

- H_0 : Não existe uma tendência estatisticamente significativa na série temporal; ou seja, a tendência estatisticamente é insignificante para $p - \text{valor} > \alpha$;
- H_1 : Existe uma tendência estatisticamente significativa na série temporal, para $p - \text{valor} < \alpha$.

Para a análise dos resultados foram utilizados os valores da estatística de Z que indica que valores positivos ($Z > 0$) mostram uma tendência crescente na série temporal e valores negativos uma tendência decrescente ($Z < 0$).

O nível de significância α é de $\alpha = 0.05$ para o Teste de Mann-Kendall. Se a probabilidade p do Teste de Mann-Kendall for menor que o nível α , $p < \alpha$, existe uma tendência estatisticamente significativa, enquanto, um valor de $p > \alpha$, configura uma tendência insignificante. Para amostras onde não existe tendência, o valor de Z é próximo de zero e o valor de p é próximo de α .

Segundo SALMI et al. (2002), JHAJHARIA et al., (2011) e DINPASHOH et al., (2011) a hipótese nula para o teste de Mann-Kendall é que os dados são independentes e aleatoriamente ordenados, ou seja, não há nenhuma tendência ou estrutura de correlação serial entre as observações exigindo o pré tratamento dos dados. No entanto, em muitas situações, os dados observados são autocorrelacionados podendo resultar em interpretação equivocada dos resultados do teste de tendência.

De acordo com YUE et al., (2002); ABDUL AZIZ & BURN (2006); JHAJHARIA et al., (2011) e DINPASHOH et al., (2011), a aproximação mais comum para remover a correlação serial de um conjunto de dados antes da utilização de um teste de tendência tem sido o pré-branqueamento da série aonde a autocorrelação será ser removida. Porém YUE et al., (2002) não recomenda essa prática pois a remoção da autocorrelação reduz a possibilidade de rejeição da hipótese nula, mesmo quando esta pode ser falsa, e a retirada da autocorrelação negativa por pré-branqueamento, ao elevar a tendência, aumenta a possibilidade de rejeitar a hipótese nula quando a mesma pode ser verdadeira. Assim sendo, não recomenda-se o pré-

branqueamento da série temporal para eliminar o efeito da correlação serial no teste de Mann-Kendall quando existe uma tendência na série temporal.

Para que não seja identificada erroneamente a presença de uma tendência significativa devido à autocorrelação serial na aplicação do teste Mann-Kendall utilizou-se o método proposto por YUE et al., (2003) onde se estima a magnitude das tendências ou a inclinação da Curvatura Sen - S_e , remove-se a tendência monotônica e avalia-se o coeficiente de autocorrelação r_1 da correlação serial de uma série sem tendência z_t para obter-se a série temporal y_t pré-branqueada livre de tendência e correlação serial.

O teste Mann-Kendall foi aplicado às séries temporais mensais de 2000 a 2014 de chuva e temperatura média do ar e à série de 15 anos (2000 a 2014) por estado do EVI2 do bioma Mata Atlântica utilizando o software R versão 3.2.1.

4.5. Teste de Pettit

Para verificar se houve uma mudança brusca na média da série, e onde esta localiza-se, utilizou-se o teste de Pettitt (PETTITT, 1979), também descrito por MORAES et al., (1995) e BACK (2001).

Aonde, pela estatística U_T verifica-se se duas amostras são, ou não, da mesma população e pela estatística $k(t)$ localiza-se o ponto em que ocorreu a mudança brusca na média da série (apontado pelo valor crítico de K) e avalia-se o intervalo de significância.

O nível de significância da mudança para ambos os testes é estimado para os níveis de 5% e 10%. do valor de *crit. K*.

O teste de Mann-Kendall isolado não oferece o suporte suficiente para confirmar a existência de uma tendência. Por isso é necessário usar os testes de Mann-Kendall e Pettitt combinados, isto é, realizando análises em conjunto para que se possa identificar possível tendência da variável em estudo (MESCHIATTI et al., 2012).

Foi realizado o processamento dos dados mensais de 15 anos (2000 a 2014) para chuva e temperatura média do ar e os dados mensais do EVI2 agrupados pelo período de 15 anos mas separados por estado na planilha eletrônica Microsoft Excel 2013.

4.6. Cadeia de Markov

A Cadeia de Markov é um tipo especial de processo estocástico que possui a propriedade markoviana (SILVA & VARGAS, 2009), ou seja, se o estado atual for conhecido, os estados anteriores são irrelevantes para a predição dos próximos estados. SOARES FILHO (1998) nos esclarece que o passado não é ignorado, o modelo apenas assume que toda informação do passado está concentrada no estado presente. Por considerar que as probabilidades não mudam com o tempo, a cadeia de Markov é caracterizada como um processo estacionário (RUHOFF et al., 2010).

Interessantes para descrever a dinâmica de um sistema operando sobre algum período de tempo (NOGUEIRA, 2009), a Cadeia de Markov apresenta como vantagem a simplicidade operacional e matemática, a facilidade para aplicação a dados provenientes de sensoriamento remoto e SIG – Sistema de Informação Geográfica - e não requer grande quantidade de dados antigos para prever o futuro e como limitações o fato de não explicar o fenômeno e ser limitado em resposta espacial apesar de fazer predições, desde que os

processos sejam estacionários, e não suportar a inclusão de variáveis exógenas como as variáveis sócio – econômicas (RUHOFF et al., 2010; CAMARA, et al., 2004).

Com aplicação em diversas áreas de conhecimento a Cadeia de Markov é representada pela seguinte equação geral:

$$\Pi(t + 1) = p^n \Pi^t \quad (3)$$

em que, $\Pi(t+1)$ é o estado após o instante t; $\Pi(t)$ é o estado no tempo t e p^n os estados possíveis de acontecer.

ARAUJO et al., (2012) a partir de dados pluviiais diários de 47 anos (1960 a 2006) obtidos de 75 postos e/ou estações meteorológicas, utilizou a Cadeia de Markov para verificar as probabilidades incondicionais e condicionais de primeira ordem de chuvas nos estados da Bahia e de Sergipe.

Em seu estudo realizado com dados de inventários florestais de 63 parcelas permanentes entre plantas entre 24 e 72 meses não desbastados de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, localizados no Município de Monte Dourado, SOARES et al. (2009) utilizou a Cadeia de Markov para prever a distribuição diamétrica, o estoque volumétrico de plantios clonais e as idades técnicas para colheita da cultura.

Aplicando a Cadeia de Markov ao uso do solo KUNH & LEÃO (2007) a utilizaram para caracterizar o uso do solo no Parque Nacional do Superagui - PN no ano de 2002 considerando as taxas de mudança de usos do solo verificadas de 1980 a 1990 e GUIOLINI et al., (2013) ao testar um modelo de simulação da dinâmica do uso e ocupação do solo em trecho da bacia do Rio Uberaba situado no município de Veríssimo - MG utilizando o módulo *Land Change Modeler (LCM)* pertencente ao SIG Idrisi Selva a partir de dados de 1975 a 2010, tentou, sem resultados conclusivos já que a Cadeia de Markov assume transições de uso estacionárias, uma prognose do uso da terra para o ano de 2050.

Alguns autores associaram a Cadeia de Markov a outros métodos. Enquanto RUHOFF et al., (2010) associou o método às redes neurais artificiais para, a partir de dados e uso e cobertura do solo de 1997 a 2004 obtidos do satélite LANDSAT, simular o processo de desmatamento na Amazônia e CEMIN (2014) para, juntamente com outros métodos, simular o uso do solo no município de Caxias do Sul – RS no ano de 2001, BARROS (2012), TERRA & SILVA (2012) e MANSKE (2014), a associaram a autômatos celulares. O primeiro para prever o uso da terra em ambientes sujeitos à desertificação na bacia hidrográfica do rio Vieira (Montes Claros-MG), o segundo para, a partir de dados históricos de 1976, 1994 e 2008, simular o desmatamento na porção brasileira da Bacia Hidrográfica do alto rio Paraguai localizada no estado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e abrangendo duas regiões adjacentes à planície e o planalto do Pantanal para os anos de 2022 e 2050 e o terceiro para, a partir da análise da dinâmica temporo-espacial e socioambiental no ecossistema manguezal do perímetro urbano de Paranaguá – PN nos anos de 1962, 1980, 1996 e 2009 para prever o avanço da antropização sobre o ecossistema manguezal, para o ano de 2023.

Neste estudo, para a predição do estado da vegetação do bioma Mata Atlântica para os próximos 10 anos utilizou-se a Cadeia de Markov processada no software R versão 3.2.1. utilizando o CS- Curvatura Sen (%) - do EVI2 obtido no teste de Mann- Kendall cujos dados foram deixados em módulo e agrupados por região.

Essa prognose foi realizada a partir do estudo da condição da cobertura florestal de 2000 a 2014, o que é considerado como o ponto de partida, ou ano “0”. A partir desta análise e prognose passou-se a prever o estado da cobertura florestal para os próximos 10 anos, conforme a Tabela 8.

Tabela 8: Anos de prognose da Cadeia de Markov neste trabalho.										
Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
2000- 2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024

Como a cadeia de Markov funciona multiplicando uma matriz 1x2 (estado em evidência) por uma matriz 2x2 (dois outros estados), para comparar todos os estados entre si foram propostos cenários diversos.

Na Região Nordeste, cada um dos estados foi comparado com os demais de forma que obteve-se para a região os 30 cenários descritos na Tabela 9.

Tabela 9: Cenários da região Nordeste	
Cenários	Interações analisadas na Cadeia de Markov
1	Rio Grande do Norte X Paraíba e Alagoas
2	Rio Grande do Norte x Alagoas e Pernambuco
3	Rio Grande do Norte x Pernambuco e Sergipe
4	Rio Grande do Norte x Sergipe e Bahia
5	Rio Grande do Norte x Bahia e Paraíba
6	Paraíba x Alagoas e Pernambuco
7	Paraíba x Pernambuco e Sergipe
8	Paraíba x Sergipe e Bahia
9	Paraíba x Bahia e Rio Grande do Norte
10	Paraíba x Rio Grande do Norte e Alagoas
11	Alagoas x Pernambuco e Sergipe
12	Alagoas x Sergipe e Bahia
13	Alagoas x Bahia e Rio Grande do Norte
14	Alagoas x Rio Grande do Norte e Paraíba
15	Alagoas x Paraíba e Pernambuco
16	Pernambuco x Sergipe e Bahia
17	Pernambuco x Bahia e Rio Grande do Norte
18	Pernambuco x Rio Grande do Norte e Paraíba
19	Pernambuco x Paraíba e Alagoas
20	Pernambuco x Alagoas e Sergipe
21	Sergipe x Bahia e Rio Grande do Norte
22	Sergipe x Rio Grande do Norte e Paraíba
23	Sergipe x Paraíba Alagoas
24	Sergipe x Alagoas e Pernambuco
25	Sergipe x Pernambuco e Bahia
26	Bahia x Rio Grande do Norte e Paraíba
27	Bahia x Paraíba e Alagoas
28	Bahia x Pernambuco e Alagoas
29	Bahia x Pernambuco e Sergipe
30	Bahia x Sergipe e Rio Grande do Norte

Na região Sudeste, para correlacionar todos os 4 estados, foram propostos os 12 cenários descritos na Tabela 10.

Tabela 10: Cenários da região Sudeste	
Cenários	Interações analisadas na Cadeia de Markov
1	Minas Gerais x Espírito Santo e Rio de Janeiro
2	Minas Gerais x Rio de Janeiro e São Paulo
3	Minas Gerais x São Paulo e Espírito Santo
4	Espírito Santo x Rio de Janeiro e São Paulo
5	Espírito Santo x São Paulo e Minas Gerais
6	Espírito Santo x Minas Gerais e Rio de Janeiro
7	Rio de Janeiro x São Paulo e Minas Gerais
8	Rio de Janeiro x Minas Gerais e Espírito Santo
9	Rio de Janeiro x Espírito Santo e São Paulo
10	São Paulo x Minas Gerais e Espírito Santo
11	São Paulo x Espírito Santo e Rio de Janeiro
12	São Paulo x Rio de Janeiro e Minas Gerais

Como na região Sul apenas 3 estados estão dentro do limite da Mata Atlântica, foram elaborados 3 cenários, conforme a Tabela 11.

Tabela 11: Cenários da região Sul

Cenários	Interações analisadas na Cadeia de Markov
1	Paraná x Santa Catarina e Rio Grande do Sul
2	Santa Catarina x Paraná e Rio Grande do Sul
3	Rio Grande do Sul x Paraná e Santa Catarina

Por fim, para aplicar a cadeia de Markov à região Centro Oeste e seus 2 estados, foi realizada a interação com um fator de correção “XX”, ao qual foi atribuído o valor 0, conforme a Tabela 12.

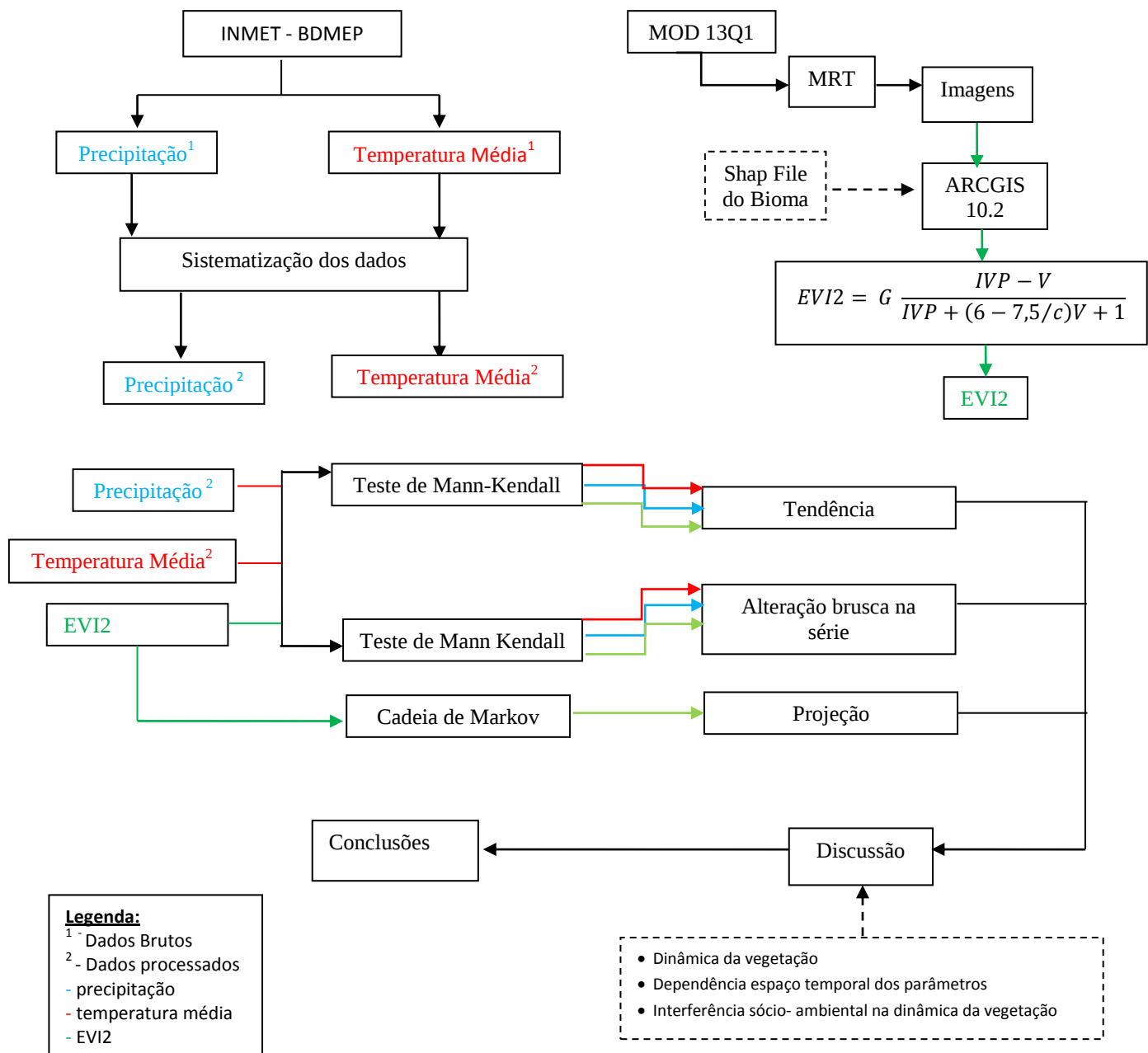
Esse fator de correção se fez necessário pois, para prognose, a Cadeia de Markov opera com a multiplicação de matrizes 1×2 e, para seu processamento, são necessárias 3 matrizes, 1 do estado em evidência que será comparado às outras duas matrizes. Como na região Centro Oeste apenas os estados de Mato Grosso do Sul e Goiás pertencem ao bioma, para a prognose pelo método proposto foi necessária a interação com o fator de correção XX.

Tabela 12: Cenários da região Centro Oeste

Cenários	Interações analisadas na Cadeia de Markov
1	Mato Grosso do Sul x Goiás e XX
2	Goiás x Mato Grosso do Sul e XX

4.7. Fluxograma das etapas realizadas

Os dados do INMET foram sistematizados de forma a suprimir os resultados faltosos gerando os dados corrigidos. Todos esses dados foram submetidos aos testes de Mann – Kendall e Pettit para análise da tendência. Para a prognose do comportamento da vegetação o EVI2 foi submetido à cadeia de Markov.



5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da Tabela 13, segundo o P-valor obtido no teste de Mann – Kendall, verifica-se que não há no período um padrão, tendo os meses mais e menos chuvosos do ano em todas as estações do ano.

Tabela 13: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a precipitação no bioma Mata Atlântica

	Meses	Score de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2000	JANEIRO	1.424	0.1543	0.8814421	0.1558388	0.117	0.15584
	FEVEREIRO	2.100	0.0358	0.9526316	0.03616869	0.165	0.036169
	MARÇO	-0.311	0.7561	-0.1426471	0.7593515	-0.024	0.75935
	ABRIL	0.0093338	0.9926	0	0.9962764	0.000741	0.99628
	MAIO	0.260	0.7948	0.05139398	0.7982271	0.0204	0.79823
	JUNHO	0.8841	0.3767	0.16	0.379528	0.0734	0.37953
	JULHO	1.74740	0.0806	0.5	0.08132336	0.135	0.081323
	AGOSTO	2.0493	0.04043	0.5954545	0.04088148	0.161	0.040882
	SETEMBRO	2.4846	0.01297	1.131944	0.01313352	0.194	0.013134
	OUTUBRO	2.9293	0.003397	0.9202665	0.00344533	0.228	0.0034454
	NOVEMBRO	-2.4807	0.01311	-0.9934409	0.01327539	-0.193	0.013275
	DEZEMBRO	-1.0908	0.2754	-0.4486842	0.2773101	-0.0848	0.27731
2001	JANEIRO	0.5769	0.564	0.3052632	0.5685477	0.052	0.56855
	FEVEREIRO	2.0057	0.04489	1.119444	0.04561054	0.181	0.045611
	MARÇO	0.31115	0.7557	0.09212121	0.7604249	0.0273	0.76042
	ABRIL	0.39828	0.6904	0.1091865	0.6950148	0.035	0.69501
	MAIO	-0.6697	0.5031	-0.1608918	0.5071269	-0.0593	0.50713
	JUNHO	-1.246	0.2127	-0.35	0.2154983	-0.117	0.2155
	JULHO	-0.016731	0.9867	0	0.9933252	-0.00163	0.99333
	AGOSTO	-0.08438	0.9328	-0.0379808	0.9388548	-0.00799	0.93885
	SETEMBRO	1.1344	0.2566	0.2375	0.2585344	0.0894	0.25853
	OUTUBRO	1.9195	0.05493	0.7033333	0.05545434	0.146	0.055454
	NOVEMBRO	-1.1854	0.2359	-0.7266667	0.2375513	-0.0909	0.23755
	DEZEMBRO	-1.8447	0.06509	-1.00098	0.0656926	-0.141	0.065693
2002	JANEIRO	-0.70879	0.4785	-0.25	0.4809446	-0.0533	0.48094
	FEVEREIRO	-0.7128	0.476	-0.32	0.4784521	-0.0536	0.47845
	MARÇO	2.4388	0.01474	0.8117647	0.01490056	0.183	0.014901
	ABRIL	2.0236	0.04301	0.5253521	0.04345083	0.155	0.043451
	MAIO	1.5658	0.1174	0.6399823	0.1184296	0.122	0.11843
	JUNHO	0.10429	0.9169	0.00800142	0.9215358	0.00894	0.92154
	JULHO	2.1106	0.03481	0.5009259	0.03516526	0.161	0.035165
	AGOSTO	2.5653	0.01031	0.7097222	0.01042931	0.194	0.010429
	SETEMBRO	0.59545	0.5515	0.1320381	0.5542732	0.0451	0.55427
	OUTUBRO	4.421	0.0000098	1.565476	0.0000100	0.335	0.0000100
	NOVEMBRO	2.0474	0.04062	1	0.0410212	0.155	0.041021
	DEZEMBRO	-0.097882	0.922	-0.0362669	0.9252654	-0.00741	0.92527

Tabela 13: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a precipitação no bioma Mata Atlântica

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2003	JANEIRO	-0.8049	0.4209	-0.6628571	0.4231947	-0.0605	0.42319
	FEVEREIRO	3.2799	0.001038	1.144	0.001052979	0.245	0.001053
	MARÇO	1.3057	0.1917	0.5032258	0.1929991	0.0976	0.193
	ABRIL	-0.37242	0.7096	-0.08	0.7125632	-0.028	0.71256
	MAIO	2.0166	0.04374	0.4110101	0.04414636	0.15	0.044146
	JUNHO	1.6776	0.09343	0.6275862	0.09448785	0.14	0.094488
	JULHO	0.64286	0.5203	0.1695652	0.5231182	0.0496	0.52312
	AGOSTO	0.41963	0.6748	0.04997164	0.6777927	0.032	0.67779
	SETEMBRO	1.2797	0.2007	0.2371581	0.2021311	0.0975	0.20213
	OUTUBRO	3.4443	0.0005725	0.9915646	0.000581393	0.262	0.00058138
	NOVEMBRO	0.85171	0.3944	0.2967539	0.3966839	0.0649	0.39668
	DEZEMBRO	1.1357	0.2561	0.618927	0.257683	0.0843	0.25768
2004	JANEIRO	-2.1001	0.03572	-1.156	0.0360687	-0.157	0.036069
	FEVEREIRO	-0.67219	0.5015	-0.3473039	0.5039268	-0.0499	0.50393
	MARÇO	-1.8327	0.06685	-0.6492063	0.06744073	-0.137	0.067441
	ABRIL	-1.1976	0.2311	-0.315362	0.2325907	-0.089	0.23259
	MAIO	2.9514	0.003163	1.010195	0.003202724	0.219	0.0032027
	JUNHO	0.2281	0.8196	0.06415094	0.8226243	0.0171	0.82262
	JULHO	2.2329	0.02556	0.6486842	0.0258116	0.166	0.025812
	AGOSTO	2.0054	0.04492	0.3466667	0.04544996	0.163	0.04545
	SETEMBRO	3.8929	0.000099	0.9727513	0.000100885	0.305	0.00010085
	OUTUBRO	2.3164	0.02054	0.9258621	0.02075372	0.173	0.020754
	NOVEMBRO	-0.29359	0.7691	-0.0889024	0.7720216	-0.0218	0.77202
	DEZEMBRO	-1.3051	0.1919	-0.6385354	0.193247	-0.0988	0.19325
2005	JANEIRO	-0.019664	0.9843	-0.0148148	0.9874491	-0.00147	0.98745
	FEVEREIRO	-2.4737	0.01337	-0.9857143	0.01352099	-0.185	0.013521
	MARÇO	-1.231	0.2183	-0.5	0.2198131	-0.092	0.21981
	ABRIL	2.3667	0.01795	0.6731707	0.01814398	0.178	0.018144
	MAIO	3.567	0.0003611	1.273171	0.000366588	0.267	0.00036657
	JUNHO	-0.0039328	0.9969	0	1	-0.0003	1
	JULHO	1.9195	0.05492	0.4975	0.05545012	0.146	0.05545
	AGOSTO	1.0579	0.2901	0.2209677	0.2918831	0.0791	0.29188
	SETEMBRO	2.4144	0.01576	0.7909843	0.01592699	0.179	0.015927
	OUTUBRO	4.3692	0.000012	1.815686	0.000013	0.326	0.000013
	NOVEMBRO	-4.3889	0.0000114	-1.986667	0.0000116	-0.328	0.0000116
	DEZEMBRO	-2.1595	0.03081	-0.9952381	0.03111345	-0.16	0.031113
2006	JANEIRO	4.2081	0.000026	1.709259	0.000026	0.315	0.000026
	FEVEREIRO	2.3256	0.02004	1.067943	0.02024826	0.173	0.020248
	MARÇO	0.023596	0.9812	0.01071429	0.9843116	0.00176	0.98431
	ABRIL	-2.34	0.01928	-0.6347826	0.01948772	-0.175	0.019488
	MAIO	-1.5184	0.1289	-0.1827731	0.1299158	-0.114	0.12991

Tabela 13: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a precipitação no bioma Mata Atlântica

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2007	JUNHO	0.37254	0.7095	0.06666667	0.7126427	0.0286	0.71264
	JULHO	-2.2154	0.02673	-0.22	0.02701086	-0.169	0.027011
	AGOSTO	2.0398	0.04137	0.3472953	0.04175962	0.152	0.04176
	SETEMBRO	1.4119	0.158	0.3	0.1591509	0.106	0.15915
	OUTUBRO	-0.75509	0.4502	-0.15	0.45256	-0.0564	0.45256
	NOVEMBRO	-1.0701	0.2846	-0.4932712	0.2863242	-0.0795	0.28632
	DEZEMBRO	-2.2947	0.02175	-1.785417	0.02197239	-0.17	0.021972
	JANEIRO	0.12414	0.9012	0.08333333	0.9043773	0.00933	0.90438
	FEVEREIRO	-1.0211	0.3072	-0.320	0.3090908	-0.0768	0.30909
	MARÇO	4.0862	0.000044	1.234043	0.000045	0.305	0.000045
	ABRIL	1.8641	0.0623	0.5214286	0.06285493	0.139	0.062855
	MAIO	3.7007	0.000215	1.167188	0.000218328	0.277	0.00021827
2008	JUNHO	1.8036	0.07129	0.2071429	0.07197156	0.139	0.071972
	JULHO	4.9616	0.0000007	1.864516	0.0000007	0.373	0.0000007
	AGOSTO	1.7034	0.0885000	0.7741758	0.0895855	0.146	0.0895860
	SETEMBRO	1.72	0.08543	0.4977085	0.08623736	0.134	0.086237
	OUTUBRO	0.56473	0.5723	0.07777778	0.5749825	0.0426	0.57498
	NOVEMBRO	0.56473	0.5723	0.07777778	0.5749825	0.0426	0.57498
	DEZEMBRO	-0.18091	0.8564	-0.0595745	0.8595271	-0.0135	0.85953
	JANEIRO	0.8974	0.3695	0.1736597	0.3716834	0.0681	0.37168
	FEVEREIRO	0.34608	0.7293	0.15	0.732239	0.0259	0.73224
	MARÇO	1.0697	0.2848	0.4186047	0.2865261	0.0799	0.28653
	ABRIL	3.0557	0.002245	0.8836364	0.002274849	0.228	0.0022749
	MAIO	1.448	0.1476	0.3795455	0.111	0.1488	0.081126
2009	JUNHO	1.6959	0.08991	0.4814815	0.09073436	0.131	0.090734
	JULHO	1.2574	0.2086	0.5583333	0.2108225	0.11	0.21082
	AGOSTO	2.6551	0.007929	0.7767602	0.00802571	0.201	0.0080258
	SETEMBRO	3.7319	3.7319	0.775431	0.000193013	0.277	0.000193
	OUTUBRO	3.7833	0.0001548	1.540299	0.000157228	0.283	0.00015724
	NOVEMBRO	-1.1012	0.2708	-0.6178082	0.2725449	-0.0828	0.27254
	DEZEMBRO	-1.0147	0.3103	-0.6421053	0.3121454	-0.0758	0.31215
	JANEIRO	1.1326	0.2574	0.65	0.2590182	0.0847	0.25902
	FEVEREIRO	2.6231	0.008715	1.275379	0.008813815	0.195	0.0088139
	MARÇO	-0.73543	0.4621	-0.2672727	0.4644763	-0.055	0.46448
	ABRIL	-2.5148	0.01191	-0.7888889	0.01204533	-0.189	0.012045
	MAIO	1.5177	0.1291	0.5	0.1300998	0.114	0.1301
	JUNHO	0.25228	0.8008	0.04347826	0.8039176	0.019	0.80392
	JULHO	0.69246	0.4886	0.1769231	0.4924711	0.0603	0.49247
	AGOSTO	3.626	0.0002879	1.423214	0.00029227	0.271	0.0002923
	SETEMBRO	4.8687	0.0000011	2.305263	0.0000011	0.364	0.0000012
	OUTUBRO	-2.3085	0.02097	-1.002	0.02118869	-0.173	0.021189

Tabela 13: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a precipitação no bioma Mata Atlântica

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2010	NOVEMBRO	3.2637	0.0011	1.701639	0.001115384	0.245	0.0011154
	DEZEMBRO	1.0372	0.2997	0.7392857	0.3015339	0.078	0.30153
	JANEIRO	3.4599	0.0005404	2.32	0.000548514	0.26	0.00054848
	FEVEREIRO	2.6664	0.007667	0.9296296	0.007757015	0.199	0.0077571
	MARÇO	-1.8602	0.06286	-0.7689655	0.06341521	-0.139	0.063415
	ABRIL	1.6911	0.09082	0.6634615	0.09157011	0.126	0.09157
	MAIO	2.0529	0.04008	0.6214286	0.04046611	0.153	0.040466
	JUNHO	2.5523	0.0107	0.3148673	0.0108219	0.191	0.010822
	JULHO	1.8415	0.06555	1.334783	0.06617108	0.141	0.066171
	AGOSTO	1.8295	0.07	2.093267	0.07	0.161	0.07
	SETEMBRO	3.8175	0.0001348	0.9369048	0.000137048	0.289	0.00013709
	OUTUBRO	0.75116	0.4526	0.1831169	0.4549266	0.0561	0.45493
	NOVEMBRO	1.0372	0.2997	0.7392857	0.3015339	0.078	0.30153
	DEZEMBRO	-0.30434	0.7609	-0.1388889	0.7639204	-0.0229	0.76392
2011	JANEIRO	2.0823	0.03731	1.235417	0.03767906	0.157	0.037679
	FEVEREIRO	4.4912	0.000007	2.359259	0.000007	0.336	0.000007
	MARÇO	-0.93992	0.3473	-0.5047619	0.3492806	-0.0702	0.34928
	ABRIL	0	1	0	1	0.000294	1
	MAIO	1.8843	0.05953	0.3545918	0.060084	0.143	0.060084
	JUNHO	1.8034	0.07132	0.5027778	0.07198524	0.138	0.071985
	JULHO	1.7196	0.0855	0.8375	0.08644318	0.142	0.086443
	AGOSTO	2.9467	0.003212	0.8342414	0.003258717	0.231	0.0032587
	SETEMBRO	2.1875	0.0287	0.304	0.02901967	0.169	0.02902
	OUTUBRO	0.19222	0.8476	0.06428571	0.8507113	0.0145	0.85071
	NOVEMBRO	-3.4544	0.0005514	-1.290658	0.000559838	-0.261	0.00055984
	DEZEMBRO	-0.92989	0.3524	-0.5209559	0.3545428	-0.0704	0.35454
2012	JANEIRO	1.4234	0.1546	0.9052083	0.1558124	0.108	0.15581
	FEVEREIRO	3.7883	0.0001517	0.9585366	0.000154141	0.285	0.00015414
	MARÇO	1.1012	0.2708	0.3666667	0.2725372	0.0828	0.27254
	ABRIL	2.2546	0.02416	0.5517241	0.02441163	0.17	0.024412
	MAIO	0.50056	0.6167	0.1075	0.6195047	0.0376	0.6195
	JUNHO	2.1141	0.0345	0.9026316	0.03487464	0.163	0.034875
	JULHO	2.9691	0.002987	0.9222125	0.003030644	0.232	0.0030307
	AGOSTO	-1.019	0.3082	-0.2468085	0.3106029	-0.0833	0.3106
	SETEMBRO	2.4808	0.01311	0.4964286	0.01326712	0.19	0.013267
	OUTUBRO	2.8418	0.004485	0.8151087	0.004544223	0.217	0.0045443
	NOVEMBRO	-4.2842	0.000018	-2.253333	0.000019	-0.329	0.000019
	DEZEMBRO	3.5518	0.0003826	2.029412	0.000388773	0.272	0.00038874
2013	JANEIRO	-1.4324	0.152	-0.7571429	0.1532592	-0.111	0.15326
	FEVEREIRO	3.6437	0.0002688	1.795865	0.000273151	0.278	0.00027311
	MARÇO	1.9135	0.05569	0.8794872	0.05623028	0.147	0.05623

Tabela 13: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a precipitação no bioma Mata Atlântica

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2014	ABRIL	-0.18281	0.8549	-0.0436508	0.8582097	-0.0139	0.85821
	MAIO	1.5414	0.1232	0.3934843	0.1242349	0.117	0.12423
	JUNHO	1.4957	0.1347	0.4219444	0.135824	0.114	0.13582
	JULHO	1.4734	0.1406	0.575731	0.1418196	0.115	0.14182
	AGOSTO	1.7474	0.08056	0.6774195	0.08135806	0.138	0.081358
	SETEMBRO	2.9718	0.00296	0.84	0.00300147	0.228	0.0030015
	OUTUBRO	0.41851	0.6756	0.138806	0.6787334	0.0323	0.67873
	NOVEMBRO	-0.78317	0.4335	-0.3021739	0.4360199	-0.06	0.43602
	DEZEMBRO	-1.3677	0.1714	-0.8210526	0.172762	-0.106	0.17276
	JANEIRO	2.0101	0.04442	0.9678123	0.04488974	0.156	0.04489
	FEVEREIRO	1.9717	0.04864	0.72295	0.04913564	0.152	0.049136
	MARÇO	2.9733	0.002946	1.223274	0.002988536	0.231	0.0029886
	ABRIL	2.534	0.01128	0.6341085	0.01142128	0.198	0.011421
	MAIO	0.87827	0.3798	0.152859	0.3822822	0.0692	0.38228
	JUNHO	1.9689	0.04897	0.7666166	0.04948501	0.154	0.049485
	JULHO	-0.56722	0.5706	-0.2007168	0.5736774	-0.0447	0.57368
	AGOSTO	1.8316	0.06702	0.451087	0.06780889	0.152	0.067809
	SETEMBRO	2.6655	0.007687	0.9719792	0.007800824	0.216	0.0078008
	OUTUBRO	-0.14098	0.8879	-0.0338068	0.8917292	-0.0113	0.89173
	NOVEMBRO	-0.57364	0.5662	-0.24438	0.5695059	-0.0462	0.56951
	DEZEMBRO	1.8833	0.05966	1.057143	0.06039496	0.158	0.060395

Os meses mais chuvosos do ano, separados por estação, durante o período investigado foram: **Outono:** abril de 2000 (0,99628), 2003 (0,71256), 2011 (1) e 2013 (0,85821), maio de 2012 (0,6195), junho de 2002 (0,2155), 2004 (0,71264), 2005 (1) e 2009 (0,80392); **Inverno:** julho 2001 (0,99333); **Primavera:** dezembro de 2010 (0,76392) e outubro de 2013 (0,00300); **Verão:** março de 2006 (0,98431), Janeiro de 2007 (0,90438), e fevereiro de 2008 (0,73224). Por sua vez, os meses mais secos foram **Outono:** maio de 2004 (0,00320); **Inverno:** julho de 2007(0,00000071526) e 2008 (0,21082), setembro de 2009 (0,0000011921) e 2010 (0,00013709); **Primavera:** outubro de 2000 (0,0034454) e 2002 (0,000010014), novembro de 2005 (0,000011598) e 2012 (0,000018695); **Verão:** janeiro de 2006 (0,000026226), fevereiro de 2001 (0,045611), 2003 (0,001053), 2011 (0,0000072718) e 2013 (0,00027311) e março de 2014 (0,0029886).

Esses resultados são discordantes de BRAIDO & TOMASELLI (2010) e MADRUGA et al., (1999) pois verifica-se neste trabalho que os meses mais chuvosos não se limitaram aos meses entre dezembro e fevereiro ou à estação verão, e os meses mais secos não se restringiram a junho, julho e agosto, mas em ambos os casos se espalharam por todas as estações ao longo do período.

Analisando as tendências, verifica-se que 37% dos dados tendem ao crescimento insignificante, 33% ao crescimento significativo, 7% ao decréscimo significativo e 23% de decréscimo insignificante. A tendência significativa de crescimento foi predominante nos anos de 2002, 2004, 2005, 2012 e 2014. Nos anos 2000, 2003, 2007, 2008, 2009 e 2013 a tendência de crescimento foi insignificante. Não houve tendência predominante em 2004 pois

as tendências crescente significativa e decrescente insignificante em 2004 tiveram igual frequência assim como as tendências crescente significativa e insignificante, nos anos 2006, 2010 e 2011. Este resultado converge aos encontrados por BLAIN (2010) e por DELGADO & SOUZA (2014), mas discorda de WANDERLEY et al., (2013).

O Teste de Pettit (Tabela 15), corrobora essa situação quando mostra que a mudança brusca de tendência ocorreu nas estações outono, inverno e verão, a saber: **Outono:** abril de 2000 (283 mm), 2003 (144,20 mm), 2004 (113,60 mm) e 2007 (164,80 mm), maio de 2008 (172,10 mm), 2010 (152,10 mm) e 2011 (115,80 mm) e junho de 2005 (334,20 mm); **Inverno:** setembro de 2001 (14,70 mm), 2006 (132,40 mm), 2009 (322,30 mm) e 2014 (132,20 mm); **Verão:** março de 2002 (116,30 mm), 2012 (112mm) e 2013 (174,70 mm), com destaque para o outono que apresentou mais frequência e volume de chuva na mudança.

Tabela 14: Resultado Teste de Pettit para a precipitação no bioma Mata Atlântica.

Ano	2000	2001	2002	2003	2004
Mês	Abril	Setembro	Março	Abril	Abril
Ano	2005	2006	2007	2008	2009
Mês	Junho	Setembro	Abril	Maio	Setembro
Ano	2010	2011	2012	2013	2014
Mês	Maio	Maio	Março	Março	Setembro

Tal fato remete ao ENOS, cuja interferência acontece sempre no mesmo período segundo SILVA et al., (2014); JIN et al., (2014); CERA & FERRAZ (2015) e, dependendo de sua fase (EL Niño ou La Niña) induzirá à escassez ou abundância de chuva.

Os autores são unânimes ao afirmar que o Brasil sofre influência dos fenômenos El Niño e La Niña, mas em cada região à sua maneira. MADRUGA et al. (1999), verificou que o verão é a estação mais chuvosa do ano no sul e no sudeste mas, como analisado neste trabalho a precipitação em todo bioma, sem distinguir por região, pode-se apenas afirmar que o bioma Mata Atlântica é influenciado por esses fenômenos. Para maiores detalhes acerca desta influência, será necessário um estudo por região do bioma.

A heterogeneidade dos dados e o comportamento distinto da chuva ao longo do período é explicada por RIBEIRO et al., (2014), que diz que as mesmas são influenciadas global e local.

Na Tabela 15 encontra-se os resultados para o teste de Mann – Kendall para a variável temperatura. Na análise do P-valor resultante do teste, verifica-se que ao longo da série tem 6 picos de temperatura média do ar durante o período, a saber: Janeiro de 2001 (0,91905), Agosto de 2001 (0,89329) maio e outubro de 2003 (1), janeiro de 2011 (0,68817) e fevereiro de 2014 (0,97888).

Apesar da maior parte dessas altas temperaturas serem em estações consideradas quentes, em 2001, em meio à estação inverno (mês de agosto), obteve-se um mês com uma temperatura média alta.

Tabela 15: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2000	JANEIRO	-2,072	0,0383	-0,02592	0,03868	-0,163	0,03868
	FEVEREIRO	-2,525	0,0116	-0,03342	0,01172	-0,199	0,01172
	MARÇO	-3,065	0,0022	-0,0491	0,002212	-0,241	0,002212
	ABRIL	-2,6087	0,009089	-0,05112	0,009213	-0,207	0,009213
	MAIO	-3.5542,	0,0004	-0,0908	0,000386	-0,28	0,000386

Tabela 15: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2001	JUNHO	-2,3907	0,0168	-0,05928	0,017036	-0,191	0,017036
	JULHO	-3,73340	0,0002	-0,10995	0,000192	-0,296	0,000192
	AGOSTO	-2,8988	0,003746	-0,07334	0,003806	-0,235	0,003806
	SETEMBRO	-2,6616	0,007778	-0,06253	0,007896	-0,217	0,007896
	OUTUBRO	-1,7889	0,07362	-0,03602	0,074411	-0,144	0,074411
	NOVEMBRO	-2,2260	0,02601	-0,03657	0,026326	-0,177	0,026326
	DEZEMBRO	-2,0207	0,04331	-0,02432	0,043797	-0,16	0,043797
	JANEIRO	0,10889	0,9133	0,002097	0,919048	0,0101	0,91905
	FEVEREIRO	-1,5971	0,1103	-0,0272	0,111797	-0,145	0,1118
	MARÇO	-0,76512	0,4442	-0,01452	0,448104	-0,0684	0,4481
	ABRIL	-0,85667	0,3916	-0,01639	0,395251	0,395251	0,39525
	MAIO	-1,5106	0,1309	-0,03914	0,13256	-0,135	0,13256
2002	JUNHO	-0,86975	0,3844	-0,02	0,388021	-0,0777	0,38802
	JULHO	-0,50503	0,6135	-0,02001	0,619092	-0,0483	0,61909
	AGOSTO	-0,14204	0,887	-0,00318	0,893285	-0,0136	0,89329
	SETEMBRO	-1,1209	0,2623	-0,03749	0,265803	-0,108	0,2658
	OUTUBRO	-3,2143	0,001308	-0,05539	0,001327	-0,248	0,001327
	NOVEMBRO	-3,443	0,000575	-0,05157	0,000585	-0,266	0,000585
	DEZEMBRO	-3,1539	0,001611	-0,04439	0,001635	-0,243	0,001635
	JANEIRO	-2,8501	0,004371	-0,03886	0,004428	-0,217	0,004428
	FEVEREIRO	-3,067	0,002162	-0,04408	0,002192	-0,232	0,002192
	MARÇO	-1,5248	0,1273	-0,02006	0,128355	-0,116	0,12836
	ABRIL	-2,2513	0,02437	-0,03761	0,024627	-0,17	0,024627
	MAIO	-2,3428	0,01914	-0,04812	0,019363	-0,181	0,019363
2003	JUNHO	-2,3495	0,0188	-0,054	0,019014	-0,18	0,019014
	JULHO	-3,6716	0,000241	-0,07849	0,000245	-0,283	0,000245
	AGOSTO	-3,1534	0,001614	-0,05962	0,001637	-0,24	0,001637
	SETEMBRO	-4,4746	0,00001	-0,09254	0,0000078	-0,343	0,0000078
	OUTUBRO	-2,4014	0,01633	-0,04254	0,01652	-0,183	0,01652
	NOVEMBRO	-2,7421	0,006105	-0,04109	0,006183	-0,209	0,006183
	DEZEMBRO	-2,5177	0,01181	-0,03773	0,011952	-0,192	0,011952
	JANEIRO	-2,2665	0,02342	-0,03289	0,023664	-0,17	0,023664
	FEVEREIRO	-1,2053	0,2281	-0,0135	0,229621	-0,0906	0,22962
	MARÇO	-2,5735	0,01007	-0,03769	0,010187	-0,195	0,010187
	ABRIL	-2,9528	0,003149	-0,05433	0,003191	-0,223	0,003191
	MAIO	0	1	0,0000000045	1	0	1
2004	JUNHO	-1,746	0,08082	-0,03741	0,081517	-0,131	0,081517
	JULHO	-2,612	0,009002	-0,05765	0,009115	-0,2	0,009115
	AGOSTO	-3,2829	0,001027	-0,08107	0,001044	-0,257	0,001044
	SETEMBRO	-3,4444	0,000572	-0,07974	0,000582	-0,269	0,000582
	OUTUBRO	-0,00431	0,9966	0,000000	1	0	1
	NOVEMBRO	-3,6506	0,000262	-0,05525	0,000266	-0,284	0,000266
	DEZEMBRO	-3,4259	0,000613	-0,05018	0,000622	-0,259	0,000622

Tabela 15: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2004	JANEIRO	-2,7171	0,006585	-0,0331	0,006668	-0,207	0,006668
	FEVEREIRO	-2,5776	0,009949	-0,03883	0,010067	-0,195	0,010067
	MARÇO	-2,602	0,009268	-0,04062	0,009378	-0,197	0,009378
	ABRIL	-1,8842	0,05953	-0,02677	0,060088	-0,143	0,060088
	MAIO	-3,3677	0,000758	-0,07583	0,000769	-0,253	0,000769
	JUNHO	-2,719	0,006547	-0,05316	0,006627	-0,204	0,006627
	JULHO	-3,1115	0,001862	-0,0643	0,001887	-0,234	0,001887
	AGOSTO	-2,7407	0,006131	-0,04951	0,006208	-0,207	0,006208
	SETEMBRO	-2,2545	0,024160	-0,03807	0,024417	-0,17	0,024417
	OUTUBRO	-4,1126	0,000039	-0,0705	0,000040	-0,309	0,000040
	NOVEMBRO	-3,6135	0,000302	-0,05788	0,000307	-0,273	0,000307
	DEZEMBRO	-3,4218	0,000622	-0,04939	0,000631	-0,259	0,000631
2005	JANEIRO	-2,3003	0,02143	-0,03377	0,021666	-0,174	0,021666
	FEVEREIRO	-2,7504	0,005953	-0,03871	0,006028	-0,209	0,006028
	MARÇO	-2,5842	0,009761	-0,04029	0,009879	-0,197	0,009879
	ABRIL	-2,7652	0,005689	-0,04442	0,00576	-0,209	0,00576
	MAIO	-2,6999	0,006936	-0,05049	0,007021	-0,204	0,007021
	JUNHO	-2,2513	0,02437	-0,0424	0,024627	-0,1700	0,024627
	JULHO	-2,8192	0,004815	-0,05971	0,004875	-0,212	0,004875
	AGOSTO	-2,8472	0,004411	-0,04711	0,004467	-0,214	0,004467
	SETEMBRO	-3,9164	0,000090	-0,08538	0,000091	-0,295	0,000091
	OUTUBRO	-3,6624	0,000250	-0,06516	0,000254	-0,277	0,000254
	NOVEMBRO	-2,4147	0,01575	-0,03935	0,01592	-0,182	0,01592
	DEZEMBRO	-2,3533	0,01861	-0,03906	0,018815	-0,178	0,018815
2006	JANEIRO	-1,215	0,224400	-0,014	0,225999	-0,0932	0,226000
	FEVEREIRO	-2,8957	0,003784	-0,03956	0,003833	-0,219	0,003833
	MARÇO	-1,8114	0,07007	-0,03041	0,070719	-0,138	0,070719
	ABRIL	-2,9591	0,003085	-0,05683	0,003128	-0,227	0,003128
	MAIO	-3,3909	0,000697	-0,0747	0,000707	-0,26	0,000707
	JUNHO	-2,1937	0,02826	-0,04852	0,02856	-0,167	0,02856
	JULHO	-1,6536	0,09822	-0,03185	0,099066	-0,126	0,099065
	AGOSTO	-2,8418	0,004486	-0,05467	0,004545	-0,216	0,004545
	SETEMBRO	-3,6957	0,000219	-0,07606	0,000223	-0,283	0,000223
	OUTUBRO	-3,0607	0,002208	-0,04758	0,00224	-0,235	0,00224
	NOVEMBRO	-2,9382	0,003301	-0,05063	0,003348	-0,227	0,003348
	DEZEMBRO	-1,6714	0,09465	-0,02125	0,095523	-0,13	0,095523
2007	JANEIRO	-2,0173	0,04367	-0,03124	0,044147	-0,159	0,044147
	FEVEREIRO	-1,3403	0,1802	-0,021	0,18165	-0,106	0,18165
	MARÇO	-1,4514	0,146700	-0,01724	0,147885	-0,113	0,147880
	ABRIL	-1,9624	0,04972	-0,03592	0,050254	-0,155	0,050254
	MAIO	-3,1756	0,001495	-0,07511	0,001518	-0,247	0,001518
	JUNHO	-3,1756	0,001495	-0,07511	0,001518	-0,247	0,001518
	JULHO	-2,3223	0,02022	-0,05566	0,02045	-0,18	0,02045

Tabela 15: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2008	AGOSTO	-2,8476	0,00441	-0,06312	0,00447	-0,22	0,00447
	SETEMBRO	-2,4939	0,01264	-0,04409	0,012794	-0,194	0,012794
	OUTUBRO	-2,7397	0,006149	-0,04685	0,006231	-0,211	0,006231
	NOVEMBRO	-3,6199	0,000295	-0,06625	0,0003	-0,279	0,0003
	DEZEMBRO	-2,1971	0,02801	-0,02975	0,028317	-0,168,	0,028317
	JANEIRO	-2,1545	0,0312	-0,03505	0,031562	-0,17	0,031562
	FEVEREIRO	-2,4015	0,01633	-0,03631	0,016533	-0,189	0,016533
	MARÇO	-2,6281	0,008586	-0,04196	0,008699	-0,206	0,0087
	ABRIL	-3,5908	0,00033	-0,06724	0,000335	-0,283	0,000335
	MAIO	-2,8864	0,003897	-0,06538	0,003954	-0,227	0,003954
	JUNHO	-2,6041	0,009212	-0,07204	0,009339	-0,207	0,009339
	JULHO	-1,4584	0,1447	-0,03252	0,146081	-0,117	0,14608
2009	AGOSTO	-2,6943	0,007055	-0,05971	0,007152	-0,212	0,007152
	SETEMBRO	-3,6506	0,000262	-0,08343	0,000266	-0,284	0,000266
	OUTUBRO	-3,6478	0,000265	-0,0693	0,000269	-0,278	0,000269
	NOVEMBRO	-3,1844	0,001451	-0,05558	0,001473	-0,247	0,001473
	DEZEMBRO	-2,6214	0,008757	-0,04062	0,008871	-0,204	0,008871
	JANEIRO	-2,5296	0,01142	-0,04243	0,01157	-0,199	0,01157
	FEVEREIRO	-2,341	0,01923	-0,02949	0,01945	-0,179	0,01945
	MARÇO	-2,4172	0,01564	-0,03796	0,015822	-0,185	0,015822
	ABRIL	-3,1115	0,001861	-0,05669	0,001888	-0,239	0,001888
	MAIO	-3,0353	0,002403	-0,06228	0,002437	-0,233	0,002437
	JUNHO	-4,0082	0,000061	-0,10329	0,000062	-0,309	0,000062
	JULHO	-1,4584	0,1447	-0,03252	0,146081	-0,117	0,14608
2010	AGOSTO	-3,1991	0,001379	-0,06099	0,001399	-0,244	0,001399
	SETEMBRO	-3,4128	0,00064	-0,07196	0,00065	0,263	0,00065
	OUTUBRO	-3,3869	0,000707	-0,06792	0,000718	-0,261	0,000718
	NOVEMBRO	-1,4734	0,1406	-0,01925	0,14182	-0,115	0,14182
	DEZEMBRO	-1,322	0,1862	-0,02161	0,187706	-0,104	0,18771
	JANEIRO	-2,2963	0,02166	-0,03301	0,02192	-0,181	0,02192
	FEVEREIRO	-2,032	0,04215	-0,02632	0,042599	-0,158	0,042599
	MARÇO	-2,7885	0,005295	-0,04847	0,005367	-0,217	0,005367
	ABRIL	-3,0964	0,001959	-0,06081	0,001988	-0,241	0,001988
	MAIO	-3,1756	0,001495	-0,07927	0,001518	-0,247	0,001518
	JUNHO	-2,7357	0,006224	-0,06876	0,006308	-0,213	0,006308
	JULHO	-2,5761	0,009993	-0,06843	0,010129	-0,204	0,010129
2011	AGOSTO	-3,1663	0,001544	-0,0709	0,0016	-0,248	0,0015678
	SETEMBRO	-2,4687	0,01356	-0,05156	0,013738	-0,196	0,013738
	OUTUBRO	-3,7078	0,000209	-0,07837	0,000213	-0,288	0,000213
	NOVEMBRO	-2,7709	0,00559	-0,04936	0,005666	-0,215	0,005666
	DEZEMBRO	-2,4061	0,01612	-0,03952	0,016327	-0,19	0,016327
	JANEIRO	-0,40601	0,6847	-0,00577	0,68817	-0,0322	0,68817
	FEVEREIRO	-1,6191	0,105400	-0,02153	0,106405	-0,127	0,106400

Tabela 15: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.

	Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
2012	MARÇO	-2,8765	0,004021	-0,04924	0,004078	-0,224	0,004078
	ABRIL	-2,6302	0,008534	-0,04943	0,008645	-0,204	0,008645
	MAIO	-2,9381	0,003303	-0,0671	0,00335	-0,228	0,00335
	JUNHO	-3,346	0,00082	-0,08754	0,000834	-0,265	0,000834
	JULHO	-2,4097	0,01596	-0,06352	0,016173	-0,193	0,016173
	AGOSTO	-2,9047	0,003676	-0,06695	0,00373	-0,229	0,00373
	SETEMBRO	-2,4859	0,01292	-0,06183	0,013095	-0,199	0,013095
	OUTUBRO	-2,1438	0,03205	-0,03554	0,032413	-0,168	0,032413
	NOVEMBRO	-1,7337	0,08298	-0,02754	0,083794	-0,137	0,083794
	DEZEMBRO	-1,6147	0,1064	-0,02831	0,107365	-0,127	0,10736
	JANEIRO	-1,8097	0,07034	-0,02995	0,071086	-0,145	0,071086
	FEVEREIRO	-0,81624	0,4144	-0,0112	0,416929	-0,0639	0,41693
	MARÇO	-2,2604	0,0238	-0,04023	0,024078	-0,177	0,024078
	ABRIL	-3,0236	0,002498	-0,06634	0,002536	-0,238	0,002536
	MAIO	-2,96	0,003076	-0,06428	0,003121	-0,232	0,003121
	JUNHO	-2,491	0,01274	-0,08058	0,012942	-0,212	0,012942
	JULHO	-3,4856	0,000491	-0,10045	0,0005	-0,281	0,0005
	AGOSTO	-2,3526	0,01864	-0,04361	0,018883	-0,188	0,018883
	SETEMBRO	-3,2241	0,001264	-0,06894	0,001285	-0,258	0,001285
	OUTUBRO	-2,6414	0,008256	-0,04435	0,008371	-0,21	0,008371
	NOVEMBRO	-2,4407	0,014660	-0,04231	0,014849	-0,194	0,014849
	DEZEMBRO	-2,4288	0,01515	-0,03287	0,015349	-0,194	0,015349
2013	JANEIRO	-2,4879	0,01285	-0,05523	0,013043	-0,206	0,013043
	FEVEREIRO	-2,3411	0,01922	-0,04792	0,019493	-0,193	0,019493
	MARÇO	-2,6467	0,008128	-0,06637	0,008256	-0,219	0,008256
	ABRIL	-2,55	0,01077	-0,06345	0,010929	-0,208	0,010929
	MAIO	-3,2838	0,001024	-0,09854	0,001043	-0,27	0,001043
	JUNHO	-2,9276	0,003416	-0,09293	0,003475	-0,245	0,003475
	JULHO	-3,1125	0,001855	-0,09917	0,001889	-0,258	0,001889
	AGOSTO	-2,7346	0,006246	-0,1042	0,006357	-0,234	0,006357
	SETEMBRO	-3,271	0,001072	-0,08673	0,001091	-0,265	0,001091
	OUTUBRO	-2,8161	0,004861	-0,06835	0,004942	-0,234	0,004942
	NOVEMBRO	-2,7632	0,005725	-0,05607	0,005818	-0,229	0,005818
	DEZEMBRO	-1,7998	0,0719	-0,0278	0,072739	-0,149	0,072739
2014	JANEIRO	-0,25434	0,7992	-0,00442	0,803415	-0,0213	0,80341
	FEVEREIRO	0,03176	0,9747	0,00055	0,978885	0,00263	0,97888
	MARÇO	-1,0757	0,2821	-0,02729	0,284619	-0,0913	0,28462
	ABRIL	-2,3891	0,01689	-0,06125	0,017152	-0,203	0,017152
	MAIO	-2,9552	0,003124	-0,09336	0,003182	-0,251	0,003182
	JUNHO	-2,5638	0,01035	-0,1039	0,010539	-0,225	0,010539
	JULHO	-3,1646	0,001553	-0,11413	0,001586	-0,276	0,001586
	AGOSTO	-1,9261	0,05409	-0,06504	0,054889	-0,171	0,054889
	SETEMBRO	-1,9376	0,05267	-0,05647	0,053414	-0,169	0,053414

Tabela 15: Resultado do Teste de Mann- Kendall para a temperatura média no bioma Mata Atlântica.

Meses	Escore de Z	P-valor	C.S.	P-valor	MK	P-valor
OUTUBRO	-1,2218	0,2218	-0,03226	0,224025	-0,106	0,22403
NOVEMBRO	-1,4639	0,1432	-0,03077	0,144901	-0,127	0,1449
DEZEMBRO	-0,94705	0,3436	-0,02395	0,347227	-0,087	0,34723

Considerando o histórico de exploração e degradação do bioma e o que nos diz HOOPER et al., (2005), SANTOS (2006) e o IPCC (2007), espera-se que a temperatura média do ar apresente uma tendência de crescimento conforme previsto por MACHADO & MARENGO (2006) e concluído por DELGADO et al. (2012) que aferiu temperaturas superiores a 40°C em áreas antropizadas, porém não foi encontrado no presente estudo.

Analisando a tendência da série, verifica-se que a tendência predominante é de significativo decréscimo da temperatura (frequência de 77%), com exceção aos meses de maio de 2000 (0.00039), janeiro de 2001 (0.91905) e fevereiro de 2014 (0.97889) que apresentam tendência crescente significativa, não significativa e insignificamente, respectivamente.

O teste de Pettit (Tabela 16), pode-se verificar que o ponto de mudança para a temperatura média do ar é, em sua maioria, nos meses de abril dos anos 2000 (27,02°C), 2006 (24,76 °C), 2010 (25,34 °C), 2011 (26,95 °C), 2012 (30,12 °C), 2013 (29,35 °C) e 2014 (27,30 °C) e maio de 2001 (24,08 °C), 2002 (27,03 °C), 2003 (27,76 °C), 2004 (28,56 °C), 2005 (28,63 °C) , 2007 (28,31 °C) e 2008 (26,52 °C), portanto, no Outono, com exceção para o ano de 2009, quando esta mudança se dá no mês de dezembro (27,89 °C), portanto, primavera, e com uma temperatura média do ar de 25,45 °C ao longo do período.

Tabela 16: Resultado Teste de Pettit para a temperatura média no bioma Mata Atlântica

Ano	2000	2001	2002	2003	2004
Mês	Abril	Maio	Maio	Maio	Maio
Ano	2005	2006	2007	2008	2009
Mês	Maio	Abril	Maio	Maio	Dezembro
Ano	2010	2011	2012	2013	2014
Mês	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril

As temperaturas máxima e mínima do ar apresentam comportamento diferenciado, conforme verificado por LIMA (2012), MINUZZI (2010), BACK et al. (2012), CARDOSO et al. (2012), e outros autores. A temperatura mínima do ar tem, geralmente, mostrado melhores resultados conforme RIBEIRO et al. (2014), IM et al. (2011) e DELGADO et al. (2012a), exceto para SOARES NETO et al. (2011) cujas temperaturas máxima, média e mínima do ar não apresentaram tendência significativa de crescimento.

Quando se inclui nessa análise a temperatura média do ar, tende-se à eliminação desses fenômenos extremos, como verificado por KENAMY et al. (2012), MINUZZI (2010) e BARBOSA et al. (2015).

Como foi utilizado apenas a temperatura média do ar, os resultados foram similares aos de BARBOSA et al. (2015) que concluiu ser válido o uso do método proposto, mas este torna-se impreciso se utilizar as temperaturas médias do ar.

Diante de tais fatos e da imprecisão dos dados já relatada por KENAMY et al. (2012), MINUZZI (2010) e BARBOSA et al. (2015), recomendam não considerar nossos resultados conclusivos para a Mata Atlântica e sugerir que, em trabalhos futuros, utilize-se as temperaturas máximas e mínimas do ar e, em alinhamento com os dados de chuva, analisados por região e não por bioma em face da heterogeneidade do mesmo.

Após a análise da variabilidade climática ao longo de 15 anos do bioma, passa-se a analisar o comportamento da vegetação, através do índice de vegetação EVI2 obtido por sensoriamento remoto, cujos resultados por estado, agregados por região, constam na Tabela 17.

Tabela 17: Resultado dos testes de Mann- Kendall e Pettit para o EVI2 no bioma Mata Atlântica										
Região	UF	Score de Z	P-valor	C.S.	P-valor	CS %	MK	P-valor	Pettit	
									Mês	Ano
Nordeste	RN	-2,21930	0,02646	-0,00039	0,02655	-0,09588	-0,11200	0,02655	Agosto	2005
	PB	-1,32860	0,18400	-0,00018	0,18439	-0,03799	-0,06690	0,18439	Agosto	2006
	AL	0,58010	0,56180	0,00008	0,56269	0,02116	0,02920	0,56269	Março	2005
	PE	0,35804	0,72030	0,00006	0,72125	0,01368	0,01800	0,72125	Abril	2013
	SE	-2,47260	0,01341	-0,00031	0,01346	-0,07367	-0,12400	0,01346	Outubro	2004
	BA	-0,74976	0,45340	-0,00010	0,45415	-0,02279	-0,03770	0,45415	Abril	2008
Sudeste	MG	0,50025	0,61690	0,00009	0,61777	0,02152	0,02520	0,61777	Dezembro	2003
	ES	0,50025	0,61690	0,00009	0,61777	0,02152	0,02520	0,61777	Abril	2003
	RJ	-0,29816	0,76560	-0,00003	0,76654	-0,00573	-0,01500	0,76654	Julho	2004
	SP	8,28230	0,00000	0,00109	0,00000	0,26677	0,41700	<0.0000000000000002	Agosto	2006
Sul	PR	-2,33910	0,01933	-0,00024	0,01940	-0,06050	-0,11800	0,01940	Março	2007
	SC	-1,01420	0,31050	-0,00012	0,31107	-0,03101	-0,05100	0,31107	Abril	2004
	RS	-0,41043	0,68150	-0,00006	0,68240	-0,01475	-0,02070	0,68240	Março	2008
Centro Oeste	MS	-0,41043	0,68150	-0,00006	0,68240	-0,01475	-0,02070	0,68240	Junho	2002
	GO	4,12050	0,00004	0,00091	0,00004	0,27108	0,20700	0,00004	Outubro	2008

Sendo o Índice de vegetação um dado indicativo do comportamento da vegetação no período, verifica-se que na Região Nordeste, com exceção a Alagoas e Pernambuco, a tendência é de decréscimo da cobertura florestal. Mas os resultados encontrado não são tão promissores, pois a tendência de crescimento apontada para os estados de Alagoas e Pernambuco são insignificantes.

Ao contrário do Nordeste, na região Sudeste os estados apresentam uma tendência de crescimento da vegetação, com exceção ao estado do Rio de Janeiro, que apresenta uma tendência insignificante de queda da cobertura florestal do estado.

Na região Sul todos os estados apresentam tendência decrescente do índice de cobertura da vegetação no período estudado, mas destacamos na região o estado do Paraná que a apresentou uma tendência significativa, ao contrário dos outros estados.

Por fim, na região Centro Oeste verifica-se que o Estado de Mato Grosso do Sul, a tendência é de queda não significativa da cobertura florestal, enquanto que no estado de Goiás essa tendência é significativamente crescente.

O resultado encontrado para a região Nordeste mostra-se coerente com os diversos estudos de desertificação na região (ALMEIDA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014; SOARES & CAMPOS, 2014; MMA, 2007), que é considerada uma área extremamente sujeita à desertificação não apenas pelo desflorestamento e modificação do uso do solo, mas também e principalmente pelas condições climáticas que sujeitam a região normalmente à desertificação.

Para sanar essas questões, sugere-se que, em estudos próximos, seja considerado o estudo de variáveis sociais e econômicas, como no trabalho do MMA (2007) para elaboração

do Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil e no índice de propensão à desertificação proposto pelo IPECE (SOARES & CAMPOS, 2014).

As Tabelas 18-21 abordam à prognose da vegetação para os próximo 10 anos (2015 a 2024).

Tabela 18: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Nordeste											
Cenário 1 (RN X PB,AL)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RN	0.958	0.054470	0.069830	0.069569	0.069573	0.069573	0.069573	0.069573	0.069573	0.069573	0.069573
PB	0.038	0.038000	0.037354	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
AL	0.021	0.021000	0.037643	0.037360	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
Cenário 2 (RN XAL, PE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RN	0.958	0.032396	0.038875	0.038830	0.038830	0.038830	0.038830	0.038830	0.038830	0.038830	0.038830
AL	0.021	0.021000	0.020853	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
PE	0.014	0.014000	0.020902	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
Cenário 3 (RN XPE, SE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RN	0.958	0.083548	0.031081	0.027933	0.027744	0.027733	0.027732	0.027732	0.027732	0.027732	0.027732
PE	0.014	0.014000	0.014840	0.014890	0.014893	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
SE	0.074	0.074000	0.018440	0.015106	0.014906	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
Cenário 4 (RN X SE, BA)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RN	0.958	0.088930	0.133253	0.130992	0.131107	0.131102	0.131102	0.131102	0.131102	0.131102	0.131102
SE	0.074	0.074000	0.070226	0.070418	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
BA	0.023	0.023000	0.072827	0.070286	0.070415	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
Cenário 5 (RN X BA, PB)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RN	0.958	0.057196	0.043684	0.043481	0.043478	0.043478	0.043478	0.043478	0.043478	0.043478	0.043478
BA	0.023	0.023000	0.023345	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350
PB	0.038	0.038000	0.023570	0.023354	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350	0.023350
Cenário 6 (PB X AL, PE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PB	0.038	0.020734	0.020855	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
AL	0.021	0.021000	0.020853	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
PE	0.014	0.014000	0.020902	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
Cenário 7 (PB X PE, SE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PB	0.038	0.016280	0.014977	0.014899	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
PE	0.014	0.014000	0.014840	0.014890	0.014893	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
SE	0.074	0.074000	0.018440	0.015106	0.014906	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
Cenário 8 (PB XSE,BA)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PB	0.038	0.072062	0.070325	0.070413	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
SE	0.074	0.074000	0.070226	0.070418	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
BA	0.023	0.023000	0.072827	0.070286	0.070415	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
Cenário 9 (PB X BA,RN)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PB	0.038	0.058530	0.078479	0.098292	0.118372	0.139097	0.160821	0.183890	0.208649	0.235444	0.264634
BA	0.023	0.023000	0.044505	0.065068	0.085177	0.105269	0.125744	0.146975	0.169318	0.193124	0.218739
RN	0.958	0.958000	0.938556	0.939369	0.958737	0.995470	1.048824	1.118445	1.204336	1.306817	1.426515
Cenário 10 (PB X RN, AL)											

Tabela 18: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Nordeste

UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PB	0.038	0.922394	0.888133	1.669109	2.360029	3.716767	5.606635	8.601468	13.108280	20.029030	30.572030
RN	0.958	0.958000	0.886150	1.699993	2.386775	3.769887	5.680348	8.718464	13.284240	20.299300	30.983710
AL	0.021	0.021000	0.938323	0.887246	1.682925	2.371994	3.740531	5.639612	8.653808	13.187000	20.149940
Cenário 11 (AL XPE, SE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
AL	0.021	0.015260	0.014916	0.014895	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
PE	0.014	0.014000	0.014840	0.014890	0.014893	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
SE	0.074	0.074000	0.018440	0.015106	0.014906	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
Cenário 12 (AL X SE, BA)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
AL	0.021	0.072929	0.070281	0.070416	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
SE	0.074	0.074000	0.070226	0.070418	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
BA	0.023	0.023000	0.072827	0.070286	0.070415	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
Cenário 13 (AL X BA, RN)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
AL	0.021	0.042635	0.063280	0.083428	0.103522	0.123963	0.145128	0.167375	0.191054	0.216511	0.244102
BA	0.023	0.023000	0.044505	0.065068	0.085177	0.105269	0.125744	0.146975	0.169318	0.193124	0.218739
RN	0.958	0.958000	0.938556	0.939369	0.958737	0.995470	1.048824	1.118445	1.204336	1.306817	1.426515
Cenário 14 (AL XRN, PB)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
AL	0.021	0.938680	0.902869	1.683340	2.386772	3.741873	5.642493	8.635182	13.140610	20.039970	30.536580
RN	0.958	0.958000	0.902436	1.700074	2.402151	3.771207	5.683771	8.700093	13.238380	20.189660	30.764330
PB	0.038	0.038000	0.923040	0.903219	1.669794	2.374322	3.718126	5.609077	8.582635	13.061460	19.918790
Cenário 15 (AL X PB,PE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
AL	0.021	0.037496	0.037100	0.037110	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109
PB	0.038	0.038000	0.037088	0.037110	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109
PE	0.014	0.014000	0.037664	0.037096	0.037110	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109	0.037109
Cenário 16 (PE X SE,BA)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PE	0.014	0.073286	0.070262	0.070417	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
SE	0.074	0.074000	0.070226	0.070418	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
BA	0.023	0.023000	0.072827	0.070286	0.070415	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409	0.070409
Cenário 17 (PE X BA, RN)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PE	0.014	0.036090	0.057022	0.077308	0.097407	0.117732	0.138667	0.146975	0.183809	0.208715	0.235648
BA	0.023	0.023000	0.044505	0.065068	0.085177	0.105269	0.125744	1.118445	0.169318	0.193124	0.218739
RN	0.958	0.958000	0.938556	0.939369	0.958737	0.995470	1.048824	0.160575	1.204336	1.306817	1.426515
Cenário 18 (PE X RN,PB)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PE	0.014	0.945120	0.902725	1.688918	2.391898	3.751651	5.656252	8.656819	13.173200	20.089860	30.612500
RN	0.958	0.958000	0.902436	1.700074	2.402151	3.771207	5.683771	8.700093	13.238380	20.189660	30.764330
PB	0.038	0.038000	0.923040	0.903219	1.669794	2.374322	3.718126	5.609077	8.582635	13.061460	19.918790
Cenário 19 (PE X PB, AL)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PE	0.014	0.037762	0.037358	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
PB	0.038	0.038000	0.037354	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
AL	0.021	0.021000	0.037643	0.037360	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
Cenário 20 (PE X AL, SE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10

Tabela 18: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Nordeste											
PE	0.014	0.021742	0.022152	0.022174	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175
AL	0.021	0.021000	0.022113	0.022172	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175
SE	0.074	0.074000	0.024922	0.022321	0.022183	0.022176	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175	0.022175
Cenário 21 (SE X BA,RN)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SE	0.074	0.092190	0.110665	0.129766	0.149821	0.171144	0.194052	0.218863	0.245910	0.275537	0.308114
BA	0.023	0.023000	0.044505	0.065068	0.085177	0.105269	0.125744	0.146975	0.169318	0.193124	0.218739
RN	0.958	0.958000	0.938556	0.939369	0.958737	0.995470	1.048824	1.118445	1.204336	1.306817	1.426515
Cenário 22 (SE X RN, PB)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SE	0.074	0.889920	0.903961	1.641107	2.347957	3.667838	5.538313	8.471358	12.893850	19.662170	29.961760
RN	0.958	0.958000	0.902436	1.700074	2.402151	3.771207	5.683771	8.700093	13.238380	20.189660	30.764330
PB	0.038	0.038000	0.923040	0.903219	1.669794	2.374322	3.718126	5.609077	8.582635	13.061460	19.918790
Cenário 23 (SE X PB,AL)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SE	0.074	0.036742	0.037375	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
PB	0.038	0.038000	0.037354	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
AL	0.021	0.021000	0.037643	0.037360	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
Cenário 24 (SE X AL, PE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SE	0.074	0.020482	0.020857	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
AL	0.021	0.021000	0.020853	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
PE	0.014	0.014000	0.020902	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
Cenário 25 (SE X PE, BA)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SE	0.074	0.014666	0.014132	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127
PE	0.014	0.014000	0.014126	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127
BA	0.023	0.023000	0.014207	0.014128	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127	0.014127
Cenário 26 (BA X RN, PB)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
BA	0.023	0.936840	0.902910	1.681747	2.385307	3.739079	5.638561	8.629000	13.131300	20.025710	30.514890
RN	0.958	0.958000	0.902436	1.700074	2.385307	3.771207	5.683771	8.700093	13.238380	20.189660	30.764330
PB	0.038	0.038000	0.923040	0.903219	1.669794	2.374322	3.718126	5.609077	8.582635	13.061460	19.918790
Cenário 27 (BA X PB, AL)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
BA	0.023	0.037609	0.037361	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
PB	0.038	0.038000	0.037354	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
AL	0.021	0.021000	0.037643	0.037360	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365	0.037365
Cenário 28 (BA X PE, AL)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
BA	0.023	0.014161	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099
PE	0.014	0.014000	0.014098	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099
AL	0.021	0.021000	0.014147	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099	0.014099
Cenário 29 (BA X PE, SE)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
BA	0.023	0.015380	0.014923	0.014895	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
PE	0.014	0.014000	0.014840	0.014890	0.014893	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
SE	0.074	0.074000	0.018440	0.015106	0.014906	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894	0.014894
Cenário 30 (BA X SE, RN)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
BA	0.023	0.094332	0.158857	0.221914	0.287789	0.360179	0.442528	0.538301	0.651191	0.785324	0.945435

Tabela 18: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Nordeste											
SE	0.074	0.074000	0.139416	0.201964	0.266150	0.335773	0.414296	0.505130	0.611853	0.738418	0.889331
RN	0.958	0.958000	0.984660	1.069336	1.207000	1.396905	1.641773	1.947343	2.322192	2.777775	3.328639

Tendo o estado do Rio Grande do Norte como destaque dos cenários de 1 a 5, verifica-se que o CS% parte de 0,958, cai logo no ano 1 para estabilizar em algum ponto no ano 4 no cenário 1 (0.069573), ano 3 no cenário 2(0.038830), ano 6 no cenário 3 (0.020854), ano 5 no cenário 4 (0.131102) e ano 4 para o cenário 5(0.043478). Destaca-se a interação do mesmo com os estados de Sergipe e Bahia no cenário 4, quando o CS% decresceu no ano 1 como nos demais, mas mostrou um leve acréscimo a partir do ano 2 (0.133253) até estabilizar no ano 5.

No Estado da Paraíba nos cenários 6 e 7 verifica-se que o CS% cai bruscamente no ano 1 e continua caindo, mas suavemente, até estabilizar no ano 3 e no ano 4 (0.020854 e 0.014894), respectivamente. No cenário 8 a prognose começa a se diferenciar pois o CS% aumenta drasticamente no ano 1, sofre uma pequena queda do ano 2 (0.070325) até o ano 4 (0.070409), quando estabiliza. Nos cenários 9 há crescimento constante do CS%, mas de valores inferiores a 1 (0.264634 no ano 10), diferente do cenário 10, quando o CS% apresenta um grande e crescente aumento que chega na ordem de 30%.

O Estado de Alagoas no cenário 11 há uma queda a partir do ano 1 até estabilizar no ano 4 (0.014894), no cenário 12 ele cresce no ano 1, tem queda no ano 2 e estabiliza-se no ano 3 (0.070416) assim como no cenário 15 cuja diferença está que a estabilização ocorre no mês 4 (.037109). No cenário 13 e 14 temos um grande crescimento, mas no cenário 14 este crescimento ultrapassa os 30 %, enquanto no cenário 13 este não chega a 1%.

Para Pernambuco a metodologia prevê crescimento em todos os cenários propostos. Nos cenários 16 e 20, após aumento no ano 1, o CS% cai a partir do ano 2 até estabilizar no ano 4 (0.070409 e 0.022175). No cenário 19 o comportamento é semelhante mas a estabilização acontece no ano 3(0.037365). Nos cenários 17 e 18 há crescimento constante mas com intensidades diferentes. No cenário 17 o crescimento do CS% não ultrapassa os 1% (0.235648) enquanto que no cenário 18 está superior a 30%.

No Estado de Sergipe o CS% cresce nos cenários 21 e 22 . No cenário 21 o CS% não ultrapassa 1% e no 22 ele ultrapassa os 30%. Nos cenários 23, 24 e 25 o CS% cai no ano 1 até estabilizar-se no ano 3 (0.037365, 0.020854 e 0.014127).

O CS% do estado da Bahia nos cenários 28 e 29 o CS% cai até estabilizar-se nos anos 2 e 4 (0.014099, 0.014894), respectivamente. Nos cenários 26, 27 e 30 a prognose é de crescimento no ano mas no cenário 27 ele sofre pequena queda no ano 2 para estabilizar no ano 3 (0.037365) enquanto nos cenários 26 e 30 há um crescimento contínuo abaixo de 1% no cenário 26 e acima de 30% no cenário 30.

Na região estado de Pernambuco destaca-se por ser o único estado em que o CS% cresce em todos os cenários conforme pode ser verificado na Figura 5. No detalhe destaca-se o comportamento dos cenários 16, 17, 19 e 20. O cenário 18 foi excluído do detalhe por ter destaque no gráfico principal por ser extremo e não permitir a comparação dos demais.

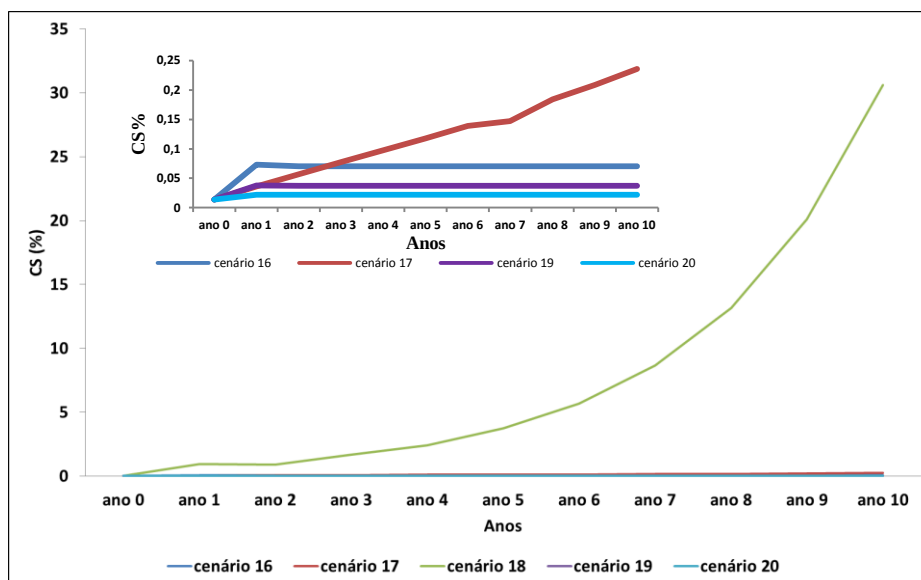


Figura 5: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado de Pernambuco.

Na região, a prognose mais pessimista é a do estado do Rio Grande do Norte (Figura 6), que apresenta queda em todos os cenários propostos chegando ao mínimo de 0.01311% no cenário 4.

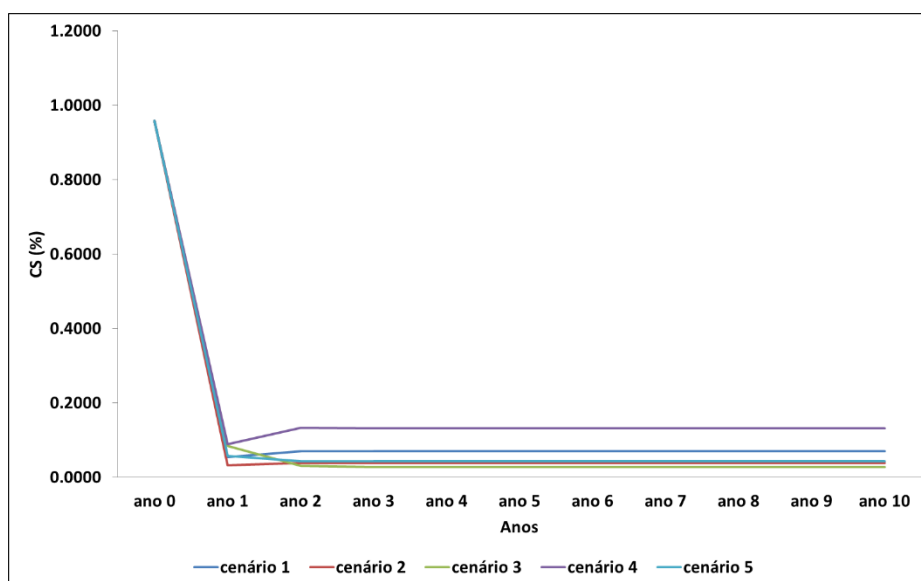


Figura 6: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado de Rio Grande do Norte.

Tabela 19: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Sudeste

Cenário 1 (MG X ES, RJ)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
MG	0.021	0.009243	0.009102	0.009100	0.009100	0.009100	0.009100	0.009100	0.009109	0.009100	0.009100
ES	0.009	0.009000	0.009108	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109
RJ	0.021	0.021000	0.009252	0.009111	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109
Cenário 2 (MG X RJ, SP)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10

Tabela 19: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Sudeste											
MG	0.021	0.013692	0.020833	0.020833	0.020833	0.014084	0.020833	0.020833	0.020833	0.020833	0.020833
RJ	0.021	0.021000	0.020853	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
SP	0.014	0.014000	0.020902	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
Cenário 3 (MG X SP, ES)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
MG	0.021	0.013881	0.013917	0.013916	0.013916	0.013916	0.013916	0.013916	0.013916	0.013916	0.013916
SP	0.014	0.014000	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930
ES	0.009	0.009000	0.013955	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930	0.013930
Cenário 4 (ES X RJ, SP)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
ES	0.009	0.020937	0.020853	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
RJ	0.021	0.021000	0.020853	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
SP	0.014	0.014000	0.020902	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854	0.020854
Cenário 5 (ES X SP,MG)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
ES	0.009	0.014063	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014097	0.014097	0.014097
SP	0.014	0.014000	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014097	0.014097
MG	0.021	0.021000	0.014133	0.014085	0.014084	0.014084	0.014084	0.014084	0.014083	0.014083	0.014083
Cenário 6 (ES X MG, RJ)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
ES	0.009	0.021000	0.020979	0.020959	0.020938	0.020918	0.020897	0.020877	0.020856	0.020836	0.020815
MG	0.021	0.021000	0.020979	0.020958	0.020938	0.020917	0.020897	0.020877	0.020856	0.020836	0.020815
RJ	0.021	0.021000	0.021000	0.020979	0.020959	0.020938	0.020918	0.020897	0.020877	0.020857	0.020836
Cenário 7 (RJ X SP, MG)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RJ	0.021	0.014147	0.014099	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014097	0.014097	0.014097	0.014097
SP	0.014	0.014000	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014098	0.014097	0.014097
MG	0.021	0.021000	0.014133	0.014085	0.014084	0.014084	0.014084	0.014084	0.014083	0.014083	0.014083
Cenário 8 (RJ X MG, ES)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RJ	0.021	0.020748	0.020730	0.020710	0.020690	0.020670	0.020649	0.020629	0.020609	0.020589	0.020569
MG	0.021	0.021000	0.020727	0.020710	0.020689	0.020669	0.020649	0.020629	0.020609	0.020588	0.020568
ES	0.009	0.009000	0.020892	0.020728	0.020710	0.020690	0.020669	0.020649	0.020629	0.020609	0.020589
Cenário 9 (RJ X ES E SP)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RJ	0.021	0.009105	0.009046	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045
ES	0.009	0.009000	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045
SP	0.014	0.014000	0.009070	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045	0.009045
Cenário 10 (SP X MG, ES)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SP	0.014	0.020832	0.020729	0.020710	0.020690	0.020669	0.020649	0.020629	0.020609	0.020589	0.020568
MG	0.021	0.021000	0.020727	0.020710	0.020689	0.020669	0.020649	0.020629	0.020609	0.020588	0.020568
ES	0.009	0.009000	0.020892	0.020728	0.020710	0.020690	0.020669	0.020649	0.020629	0.020609	0.020589
Cenário 11 (SP X ES, RJ)											

Tabela 19: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Sudeste											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SP	0.014	0.009168	0.009110	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109
ES	0.009	0.009000	0.009108	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109
RJ	0.021	0.021000	0.009252	0.009111	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109	0.009109

Cenário 12 (SP X RJ, MG)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SP	0.014	0.021000	0.021000	0.020999	0.020999	0.020998	0.020998	0.020998	0.020997	0.020997	0.020996
RJ	0.021	0.021000	0.021000	0.021000	0.020999	0.020999	0.020998	0.020998	0.020997	0.020997	0.020996
MG	0.021	0.021000	0.020979	0.020979	0.020978	0.020978	0.020977	0.020977	0.020976	0.020976	0.020975

No estado de Minas Gerais o CS% cai em todos os 3 cenários propostos logo no ano 1. No cenário 1 e 3 ele se estabiliza no ano 2 (0.009100 e 0.013916.), mas no cenário 2 ele cai no ano 2 (0.013692), estabiliza ate nova queda em 5 (0.014084) para estabilizar-se do ano 6 ao ano 10 (0.020833).

Para o estado do Espírito Santo a prognose do CS% é de crescimento e estabilização no ano 2 (0.020854, 0.014098 e 0.020918) para 3 cenários propostos.

No estado do Rio de Janeiro a prognose do CS% é de queda em todos os 3 cenários. Nos cenários 7 e 9 ele cai no ano 1 e estabiliza no ano 2 (0.014098 e 0.009045), mas no cenário 8 o CS% apresenta queda constante até o ano 10 (0.020569).

O estado de São Paulo, nos cenários 10 e 12 demonstra crescimento do CS% no ano 1 para apresentar uma queda lenta e gradual (0.020568 e 0.020996). Já no cenários 11 a tendência é de queda no ano 1 até estabilização nos anos 3(0.009109)

Na região, o estado do Espírito Santo é o único que apresenta crescimento em todos os cenários propostos, mas ainda assim esse crescimento não ultrapassa 0.021% conforme verificado na Figura 7.

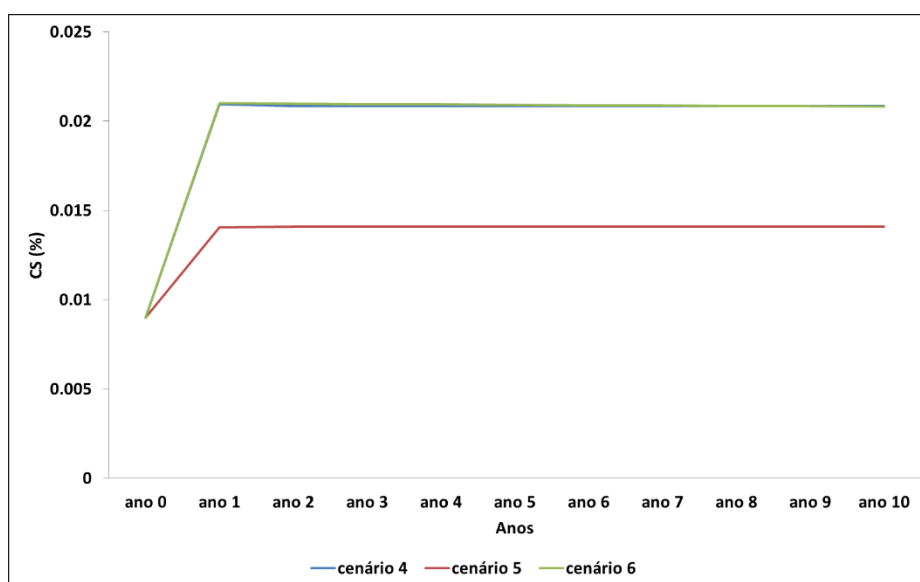


Figura 7: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Espírito Santo.

A situação mais pessimista da região é do estado do Rio de Janeiro (Figura 8), pois o CS% apresenta a queda em todos os cenários e esta pode chegar a 0,009%.

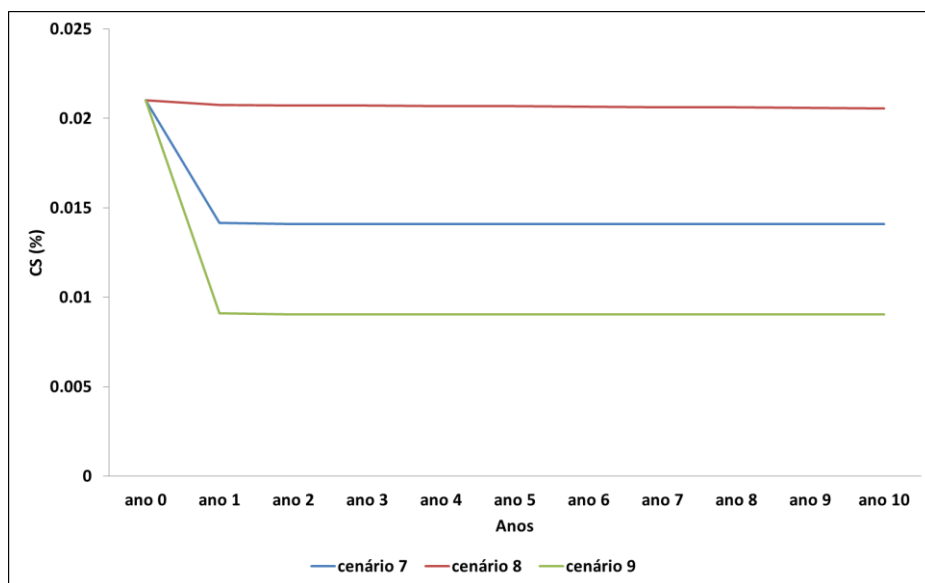


Figura 8: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 20: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Sul

Cenário 1 (PR X SC e RS)											
UF	ano0	ano 1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
PR	0.060	0.03001	0.030489	0.030481	0.030481	0.030481	0.030481	0.030481	0.030481	0.030481	0.030481
SC	0.031	0.31000	0.030504	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512
RS	0.015	0.15000	0.030760	0.030508	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512	0.030512
Cenário 2 (SC X PR e RS)											
UF	ano 0	ano 1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
SC	0.031	0.05861	0.057305	0.057307	0.057250	0.057196	0.057142	0.057089	0.057035	0.056981	0.056927
PR	0.060	0.06000	0.057240	0.057308	0.057248	0.057195	0.057141	0.057087	0.057033	0.056979	0.056926
RS	0.015	0.01500	0.059325	0.057271	0.057307	0.057249	0.057195	0.057142	0.057088	0.057034	0.056980
Cenário 3 (RS X PR e SC)											
UF	ano 0	ano 1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
RS	0.015	0.0596	0.058214	0.058196	0.058140	0.058086	0.058031	0.057976	0.057922	0.057867	0.057813
PR	0.060	0.0600	0.058200	0.058196	0.058140	0.058085	0.058030	0.057976	0.057921	0.057866	0.057812
SC	0.031	0.0310	0.059101	0.058228	0.058197	0.058141	0.058087	0.058032	0.057977	0.057923	0.057868

Com base nesses dados verifica-se que para o estado do Paraná a previsão é de queda no ano 1 seguida de quedas menores até o ano 3, quando o CS% estabiliza-se em 0.030481.

Já para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul a previsão é de crescimento do CS% no ano 1 para leves e sucessivas quedas até o ano 10 (0.056927 e 0.057813).

Analisando esses resultados, aponta-se como a situação mais otimista a do estado do Rio Grande do Sul (Figura 9), já que apresenta uma queda menor (0.05787).

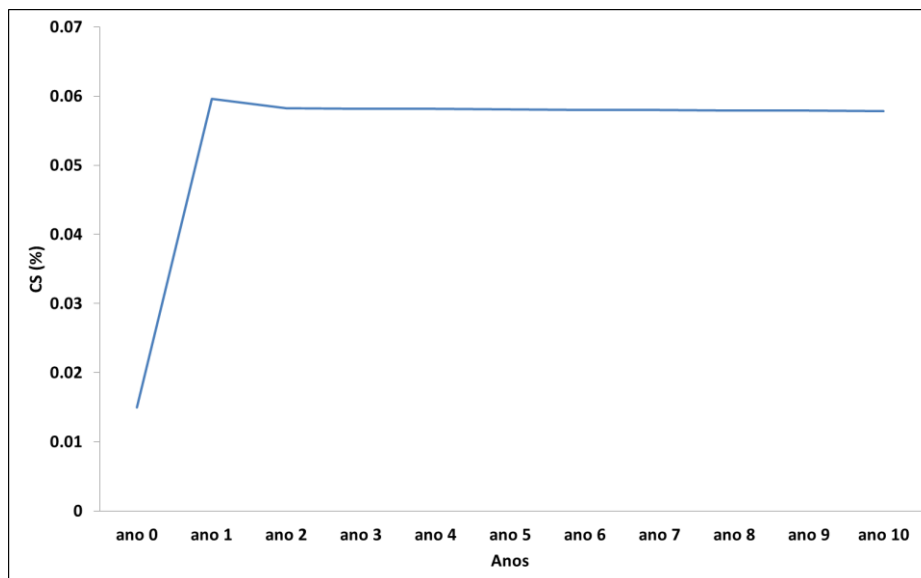


Figura 9: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Rio Grande do Sul.

A situação mais preocupante da região é a do estado do Paraná (Figura 10), que apresenta uma queda constante do CS% que chega a um valor mínimo de 0.03048.

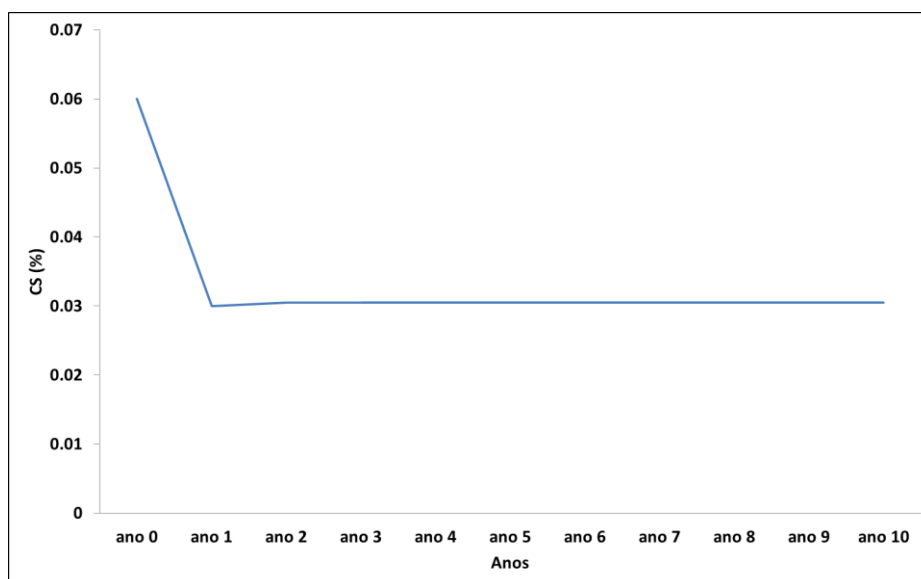


Figura 10: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado do Paraná.

Tabela 21: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do EVI2 dos Estados da Região Centro Oeste.

Cenário 1 (MS X GO)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
MS	0.015	0.266935	0.194596	0.141860	0.103416	0.076538	0.055797	0.040676	0.029653	0.021617	0.015522
GO	0.271	0.271000	0.197559	0.144021	0.104991	0.075390	0.054960	0.040066	0.029208	0.021292	0.015759
Cenário 2 (GO X MS)											
UF	ano 0	ano1	ano 2	ano 3	ano 4	ano 5	ano 6	ano 7	ano 8	ano 9	ano 10
GO	0.271	0.010935	0.010771	0.010609	0.010450	0.010294	0.010139	0.009987	0.009837	0.009690	0.009544
MS	0.015	0.015000	0.014775	0.014553	0.014335	0.014120	0.013908	0.013700	0.013494	0.013292	0.013092

O resultado encontrado mostra que para o estado do Mato Grosso do Sul a prognose é de crescimento no ano 1 seguida de constante queda ao longo dos anos chegando ao valor de 0.01552%.

Para o estado de Goiás a metodologia prevê uma queda significativa do CS% no ano 1 seguida de pequenas quedas ao longo dos 10 anos até o valor de 0.00954%.

Conforme a Figura 11, na região a situação mais preocupante é a do estado de Goiás pois o CS% que começa em 0.2% cai para 0.009%.

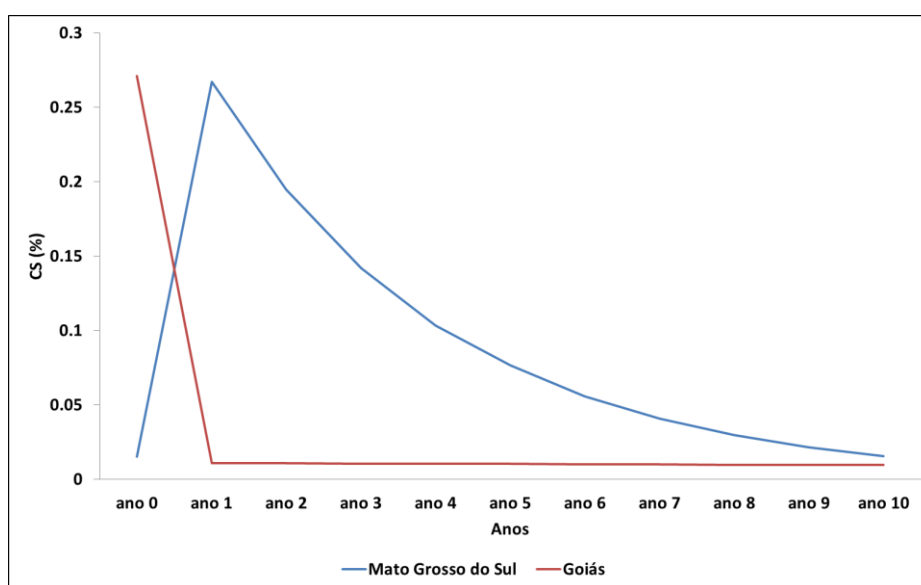


Figura 11: Prognose de 10 anos do comportamento do CS% do Estado de Mato Grosso do Sul e Goiás.

6. CONCLUSÃO

- A precipitação no bioma Mata Atlântica é influenciado pelo ENOS e suas fases (El Niño e La Niña).
- Para estudar a variação da temperatura no bioma o ideal é usar a temperatura máxima ou mínima uma vez que a temperatura média é imprecisa.
- Dada a heterogeneidade do comportamento das regiões do bioma, ideal para estudar os dados climatológicos é agrupando-os por região.
- De 2000 a 2014, a vegetação comportou-se de maneira heterogênea entre as regiões do bioma.
- Nas regiões Nordeste, Sul e Centro Oeste a tendência foi de decréscimo da cobertura florestal, com exceção aos estados de Alagoas e Pernambuco, com uma insignificante tendência de crescimento, Paraná e Goiás, que apresentaram tendência significativa de crescimento enquanto que na região Sudeste a tendência foi de crescimento, com exceção do Rio de Janeiro com sua insignificante tendência de queda.
- Há tendência de desertificação no bioma Mata Atlântica porém, são necessários estudos aprofundados considerando variáveis sociais e econômicas além das climáticas e ambientais para atribuir a cada variável sua responsabilidade no processo.
- Fazendo a prognose do estado da vegetação para 10 anos, verificou-se que a situação é crítica para os estados de Goiás, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL AZIZ, O.I. & BURN, D.H. **Trend and variability in the hydrological regime of the Mackenzie River Basin.** Journal of Hydrology, v. 319, 282–294, 2006.

ALEIXO, A.; ALBERNAZ, A. L.; GRELLE, C. E. V.; VALE, M. M.; RANGEL, T. F. **Mudanças Climáticas e a Biodiversidade dos Biomas Brasileiros: Passado, Presente e Futuro.** Natureza&Conservação v.8 n. 2. P. 194-196, 2010.

ALEXANDER, L.V.; ZHANG, X.; PETERSON, T.C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; TANK, A.M.G; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREVIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOU, A.; RUPA KUMAR, K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VINCENT, L.; STEPHENSON, D.; BURN, J.; AGUILLAR, E.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; RUSTICUCCI, M.; VASQUEZ-AGUIRRE, J.L. **Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation.** Journal of Geophysical Research, Washington, v.111, 2006.

ALMEIDA, Hermes Alves; AGUIAR, Danilo Barbosa; SILVA, José Nivaldo & DAMASECENO, João. **Indicadores hídricos do núcleo de desertificação da microrregião do Seridó Ocidental da Paraíba.** Revista Brasileira de Geografia Física, vol.07, n.05 (Número Especial- VIWMCRHPE) (2014) 784-797.

ALMEIDA, Jane Bruna; MOREIRA, Adriana Aparecida ; FERNANDES, Fernando Hiago Souza; ALMEIDA, Rodrigo Praes & NERY, César Vinícius Mendes. **O Sensoriamento Remoto aplicado ao Estudo da Desertificação na Região Semiárida do Norte de Minas Gerais.** Rev. Bras. Geom., v.2, n. 2, p.41-49. 2014 a.

ALVES, Humberto Prates da Fonseca . **Análise dos fatores associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira através da integração de dados censitários e de sensoriamento remoto.** [Tese] Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2004.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **A terra no limite.** Disponível em <http://www.ecoverdemt.com.br/arquivo/documentos/A%20terra%20no%20limite.pdf>. Acesso em 15/12/2015.

ANDERSON, Liana Oighenstein. Classificação e monitoramento da cobertura vegetal do estado do Mato Grosso utilizando dados multitemporais do sensor MODIS. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Pós Graduação em Sensoriamento Remoto. [Dissertação]. São José dos Campos: INPE, 2004.

ANDRIUCCI, L. R.; SANT’ANNA NETO, J. L.; FERREIRA, M. E. M. Análise da variabilidade e tendência das chuvas e a descrição da produção agrícola na bacia do Rio Pirapó – PR. **Boletim de Geografia.** Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia – Maringá, 20 (2): 41-57, 2002.

ANJOS, Viviane Silveira. **Caracterização espectro-temporal das pastagens cultivadas do triângulo mineiro por meio de séries temporais (2000-2010) do MODIS EVI2.** UnB- Universidade de Brasília. Instituto de Geociências [Dissertação]. 2012.

ANJOS, Viviane Silveira; SANO, Edson Eyji; BEZERRA, Heleno da Silva e ROSA, Roberto. **Caracterização espectro-temporal de pastagens do triângulo mineiro utilizando**

dados MODIS EVI2 (2000-2010). Soc. nat. [online]. vol.25, n.1, pp. 205-215. ISSN 1982-4513. 2013.

ARAÚJO, Fabiane Regina da Cunha Dantas; SANTOS, Carlos Antonio Costa; NASCIMENTO, Francisco das Chagas Araujo. **Correlações entre índices extremos de temperatura e índices de grande escala climáticos e oceânicos para a região do baixo rio Colorado.** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, , v. 36 n. 3, p. 450 – 458. 2014.

ARAÚJO, Winícius dos Santos; SOUZA, Francisco de A. Saviano; BRITO, José Ivaldo Barbosa de e LIMA, Lourivaldo Mota. **Aplicação do Modelo Estocástico Cadeia de Markov a Dados Diários de Precipitação dos Estados da Bahia e Sergipe.** Revista Brasileira de Geografia Física. 03, 509-523. 2012.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os trópicos.** 13ªed. Rio de Janeiro: Bertrand, 332p, 2010.

BACK, A. J. **Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n.5, p.717-726, 2001.

BACK, Álvaro José; BRUNA, Emilio Della & VIEIRA, Hamilton Justino. **Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da Uva Goethe.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.47, n.4, p.497-504, abr. 2012.

BAENINGER, R. **Região, metrópole e interior: espaços ganhadores e espaços perdedores nas migrações recentes: Brasil, 1980-1996.** In: REDISTRIBUIÇÃO da população e meio ambiente: São Paulo e Centro-Oeste. Campinas: Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Núcleo de Estudos de População - NEPO, 2000. v. 3. (Textos NEPO, 35). Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br/textos/publicacoes/textos_nepo/textos_nepo_35.pdf>. Acesso em: 25/07/ 2015.

BARBOSA, Eduardo Campana; SÁFADI, Thelma; NASCIMENTO, Moysés; NASCIMENTO, Ana Carolina Campana; SILVA, Carlos Henrique Osório & MANUL, Rômulo César. **Metodologia Box & Jenkins para previsão de temperatura média mensal da cidade de Bauru (SP).** Rev. Bras. Biom., São Paulo, v.33, n.1, p.104-117, 2015.

BARROS, Kelly de Oliveira. **Prognose do uso da terra em ambientes sujeitos à desertificação utilizando cadeiras de Markov e autômatos celulares.** [Dissertação]. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2012.

BATALHA FILHO, Henrique; MIYAKI, Cristina Yumi. **Filogeografia da Mata Atlântica.** Revista da Biologia (2011) Vol. Esp. Biogeografia: 31-34

BERNARDI, A.C. de C.; RABELLO, L. M.; INAMASU, R.Y.; GREGO, C.R. & ANDRADE, R.G. **Variabilidade espacial de parâmetros físico-químicas do solo e biofísicos de superfície em cultivo do sorgo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.18, n.6, p.623–630, 2014

BLAIN, Gabriel Constantino & MORAES, Sergio Oliveira. **Caracterização estatística de oito séries de Precipitação Pluvial Máxima Diária da Secretaria de Agricultura e**

Abastecimento do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.2, 225 - 234, 2011

BLAIN, Gabriel Constantino. **Tendências e Variações Climáticas em séries anuais de Precipitação Pluvial do estado de São Paulo.** Bragantia, Campinas, v. 69, n. 3, p765-770, 2010

BRAGA, Rhalf Magalhães. **O Espaço Geográfico: Um Esforço De Definição.** GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 22, pp. 65 - 72, 2007

BRAIDO, Leandro Marcos Herreiro & TOMMASELLI, José Tadeu Garcia. **Caracterização climática e dos anos extremos (chuvoso e seco): seus efeitos na produção de cana-de-açúcar, milho e soja para a região do pontal do Paranapanema– SP.** Revista Formação, n.17, volume 1 – p.13-34. 2010.

BRITO, Fausto Alves. **Dinâmica do processo de urbanização no Brasil, 1940-2010** (Texto para discussão, 464). Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2012.

BROOK, Barry; SODHI, Navjot; BRADSHAW, Corey. **Synergies among extinction drivers under global change.** Trends Ecol. Evol. 23, 453-460. 2008.

BROOKS, C.E.P.C. **Classification of Climate.** Meteorological Magazine. 77, 97-101. 1948.

BRUEL, Betina Ortiz. **Restauração da floresta atlântica no litoral do Paraná: avaliação de dois sistemas de plantio e da regeneração natural** [Dissertação] Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

BUENO, E. **A viagem do descobrimento: a verdadeira história da expedição de Cabral.** Rio de Janeiro: Editora Objetiva, Coleção Terra Brasilis. 1998.

CABRAL, Diogo de Carvalho e CESCO, Susana. **Notas para uma história da exploração madeireira na Mata Atlântica do Sul-Sudeste.** Revista Ambiente & Sociedade. Campinas v. XI, n1, p. 33-48, jan.-jun. 2008.

CAI, Wenju; WANG, Guojian; SANTOS, Agus; MCPHADEN, Michael J.; WU, Lixin; JIN, Fei-Fei; TIMMERMAN, Axel; COLLINS, Mat; VECCHI, Gabriel; LENGAIN, Matthieu; ENGLAND, Matthew H., DOMMENGET, Dietmar; TAKAHASHI, Ken & GUILYARDI, Eric. **Increased frequency of extreme La Niña events under greenhouse warming.** Nature Climate Change, V. 5. 2015.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A M.V.; CARVALHO, M. S.; DRUCK, S. **Análise Espacial de dados Geográficos,** Brasília, EMBRAPA, edição (online), 2004, disponível <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. Acessado em 07/10/2015.

CAMPOS, Thamiris Luisa de Oliveira Brandão; MOTA, Maria Aurora Santos da; SANTOS, Sergio Rodrigo Quadros. **Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais.** Revista Ambiente & Água vol. 10 n. 1. 2015.

CAPOBIANCO, João Paulo R. (Org.). **Dossiê MATA ATLÂNTICA: Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica.** Brasília, 2001. Disponível em:

<http://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publica_coes/54.pdf>
Acesso em: 03/07/2015.

CARDOSO, Loana Silveira; BERGAMASCHI, Homero; BOSCO, Leosane Cristina; PAULA, Viviane Aires; MARODIN, Gilmar Arduino Bettio; CASAMALI, Bruno & NACHTIGALL Gilmar Ribeiro. **Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS.** Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.11, p.1960-1967, nov, 2012.

CARDOSO, Renata dos Santos; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto.** Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 28, p. 39-64. 2014.

CARTER, D.B. **Farewell to the Köppen classification of climates.** IN: Annals of the Association of American Geographers. 57, 784. 1967.

CARVALHO JUNIOR, O.A. de.; COELHO, M.A.N.; MARTINS, E. de. S.; GOMES, R.A.T.; COUTO JUNIOR, A.F.; OLIVEIRA, S.N. de.; SANTANA, O.A. **Mapeamento da vegetação na Floresta Atlântica usando o classificador de árvore de decisão para integrar dados de sensoriamento remoto e modelo digital de terreno.** Revista Brasileira de Geofísica, v. 26, n. 3, 2008.

CEMIN, Gisele. **Avaliação da Fragmentação florestal no município de Caxias do Sul – RS: implicações ecológicas e proposições de cenários futuros.** [Tese]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

CEPF - Critical Ecosystem Partnership Found. **Perfil do Ecossistema: Mata Atlântica - Hotspot de Biodiversidade.** 2011. Disponível em <http://www.cepf.net/Documents/final.portuguese.atlanticforest.pdf>. Acesso em: 20/04/2015.

CERA, Jossana Ceolin & FERRAZ, Simone Erotildes Teleginski. **Variações climáticas na precipitação no sul do Brasil no clima presente e futuro.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 1, 81 - 88, 2015.

CI - Conservação Internacional. **Hotspots Revisiados – As regiões Biologicamente mais Ricas e Ameaçados do Planeta.** 2005.

COELHO, Ivan de Almeida Machado; DUARTE, Simone Mirtes Araujo, COELHO, Olivia de Almeida Machado. **Estudo da dinâmica da cobertura vegetal no município de Floresta/PE através de processamento digital de imagens.** Revista GEAMA, Recife, v.2, n.1, setembro – 2015.

DEAN, W. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das Letras, São Paulo.1996.

DELGADO R. C. **Análise da evolução espaço-temporal das lavouras no Estado de Minas Gerais.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 132p, 2010.

DELGADO, R.C.; SOUZA, L.P.; RODRIGUES, R.A.; OLIVEIRA, E.C.; SANTOS, R.S.S. Tendência climática de aumento da temperatura mínima e da pressão de saturação do vapor d' água na amazônia ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15; p. 2584-2598. 2012a.

DELGADO, R.C.; SOUZA, L.P.; SILVA, I.W.R.; PESSÔA, C.S.; GOMES, F.A. Influência da mudança da paisagem amazônica no aumento da precipitação em Cruzeiro do Sul, AC. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14; p. 665-674. 2012b.

DELGADO, Rafael Coll & SOUZA, Leonardo Paula. **Tendência da precipitação e seu aproveitamento para fins não potáveis na Amazônia Ocidental, Acre**. Nativa, Sinop, v. 02, n. 04, p.208-213, out./dez. 2014

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. **Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP usando imagens LANDSAT-5**. RA'EGA. Curitiba (PR), v. 21, p. 234-271, 2011.

DIAMOND, Jared. **Overview of Recent Extinctions**. In: Western, D., Pearl, M.C., (eds.). Conservation for the Twenty-First Century. Oxford: Oxford University Press, p. 37-41. 1989.

DINPASHOH, Y., JHAJHARIA, D., FAKHERI-FARD, A., SINGH, V.P., KAHYA, E.. **Trends in reference crop evapotranspiration over Iran**. *J. Hydrol.* 399, 422–433. 2011.

DRUMMOND, J. A.. **A História Ambiental: temas, fontes e linhas de pesquisa**. In: **Estudos Históricos**. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas v. 4, n. 8, pp. 177-197. 1991.

ERVATTI, L. R. **Dinâmica migratória no Estado do Rio de Janeiro na década de 90: uma análise mesorregional**. 155 p. Dissertação (Mestrado)-Escola Nacional de Ciências Estatísticas - ENCE, Rio de Janeiro, 2003.

FEITOSA, Sônia Maria Ribeiro; GOMES, Jaíra Maria Alcobaça; MOITA NETO, José Machado Moita Neto e ANDRADE, Carlos Sait Pereira de. **Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina – Piauí**. REVSBAU- Revista Brasileira de Arborização Urbana. Piracicaba – SP, v.6, n.2, p.58-75, 2011.

FERRARI, Antonio Luiz; VECCHIA, Francisco Arthur da Silva & COLABONE, Rosângela de Oliveira. **Tendência e Variabilidade anuais da Temperatura e da Pluviosidade em Pirassununga-SP**. Revista Brasileira de Climatologia *Ano 8 – Vol. 10 – JAN/JUN 2012*.

FERREIRA, D.B.; LIMA, E. C.; OLIVEIRA, M. C. F.; LUZ, M. S. F. **Variação espacial da temperatura e precipitação e sua associação aos Eventos de El niño e La niña em Tucuruí-Pa**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7. Anais. Foz do Iguaçu. 2002.

FISCH, G.; VALERIO, M. C. **Variabilidade intra e interanual da precipitação em Taubaté-SP associado aos eventos El Nino e La Nina**. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 11, n. 1/2, p. 19-29, 2005.

FOLHES , Marcelo Theophilo & FISCH, Gilberto. **Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP)**. Revista Ambi-Água, Taubaté, v. 1, n. 1, p. 61-71, 2006.

FONSECA DUARTE, Alejandro. **Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.1, 37-42, 2005.

FREITAS, D. M.; DELGADO, R. C.; RODRIGUES, R. A.; SOUZA, L. P. **Variabilidade espaço-temporal na mudança da paisagem no município de Acrelândia, AC**. Enciclopédia biosfera, v.8, n. 14, p. 935-946, 2012.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. de. G. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005.

GASCON, C. B.; WILLIAMSON, G. A. B. F. **Receding forest edges and vanishing reserves**. Science n.288, p.1356-1358, 2000.

GILABERT, M. A.; GONZÁLEZ-PIQUETAS, J.; GARCÍA-HARO, J. **Acerca de los Indices de Vegetación**. Revista de Teledetección, n.8, 1997.

GILBERT, R. O. **Statistical methods for environmental pollution monitoring**. New York: Van Nostrand Reinhold, 320p. 1983.

GOOSSENS, C., BERGER, A. **Annual and Seasonal Climatic Variations Over The Northern Hemisphere and Europe during the last century**. Annales Geophysicae, Berlin, v.4, nn. B4, p.385-400, 1986.

GUEDES, M. L. S.; BATISTA, M. A.; RAMALHO, M. FREITAS, H. M. B. & SILVA, E. M. 2005. **Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica**. In: FRANKE, C. 46 R.; ROCHA, P. L. B. KLEIN, W. & GOMES, S. L. (Orgs.). **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Universidade Federal da Bahia. p. 39-92. 2005.

GUENTHER, B.; XIONG, X.; SALOMONSON, V. V.; BARNES, W. L.; YOUNG, J. **On-orbit performance of the earth observing system moderate resolution imaging spectroradiometer; firstyear of data**. Remote Sensing Environment. v.83, n. 1-2, p.16–30, 2002.

GUIDOLINI, Janaína Ferreira; ALMEIDA, Alisson Mendonça de; VALLE JÚNIOR, Renato Farias do; SCHULER, Azeneth Eufrasino & ARAÚJO, Marcus Vinícius Neves. **Modelagem da dinâmica do uso e ocupação do solo (1975 a 2010) na bacia do Rio Uberaba, município de Veríssimo – MG**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Florianópolis – SC. 2013.

GUIMARÃES, Mauro & CARDOSO, Cristiane. **Dos desertos geográficos a desertificação da vida... a Educação Ambiental em tempos de crise**. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 31, n.1, p. 324- 338, jan./jun. 2014.

HAYLOCK, M. R., PETERSON, T. C., ALVES, L. M., AMBRIZZI, T., ANUNCIAÇÃO, Y. M. T., BAEZ, J., BARROS, V. R., BERLATO, M. A., BIDEGAIN, M., CORONEL, G., GARCIA, V. J., GRIMM, A. M., KAROLY, D., MARENGO, J. A., MARINO, M. B., MONCUNILL, D. F., NECHET, D., QUINTANA, J., REBELLO, E., RUSTICUCCI, M., SANTOS, J. L., TREBEJO, I., VINCENT, L. A. **Trends in total and extreme South**

American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. Journal of Climate, v. 19, p. 1490-1512, 2006.

HOEHNE, F. C. **As Plantas Ornamentais da Flora Brasileira.** Vol. I. São Paulo, Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio, 1930. In: CAPOBIANCO, João Paulo R. (Org.). **Dossiê MATA ATLÂNTICA: Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica.** Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/54.pdf>> Acesso em: 03/07/2015.

HOOPER, D. U., CHAPIN, F. S., EWEL, J. J., HECTOR, E., INCHAUSTI, P., LAVOREL, S., LAWTON, J. H., LODGE, D. M., LOREAU, M., NAEEM, S., SCHMID, B., SETALA, H., SYMSTAD, A. J., VANDERMEER, J., WARDLE, D. A. **Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge.** Ecological Monographs, v. 75, p 3-35. 2005.

HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E.P.; GAO, X.; FERREIRA, L.G. **Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices.** Remote Sensing of Environment, v. 83, p. 195-213. 2002.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **GEO Brasil 2002: Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.** Brasília – DF, 2002.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Biomas do Brasil.** 2004.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população 2007.**

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil: 500 anos de povoamento.** 282 p. Rio de Janeiro, 2007a. Disponível em:< <http://memoria.ibge.gov.br/publicacoes/brasil-500-anos-de-povoamento>>. Acesso em 17/07/2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** 2010.

IEF – Fundação Instituto Estadual de Florestas. **Floresta Atlântica, Sombra e Água Fresca- Programa de Educação Ambiental e práticas sustentáveis.** Governo do Estado do Rio de Janeiro. 73 p, 2ª edição. 2006.

IM, E. S.; JUNG, I. W.; BAE, D. H. **The temporal and spatial structures of recent and future trends in extreme indices over Korea from a regional climate projection.** International Journal of Climatology, v. 31, p. 72-86, 2011

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2007 – The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007.

JHAJHARIA, D.; DNPASHOH, Y.; KAHYA, E.; SINGH, V.P.; FAKHERI-FARD, A. **Trends in reference evapotranspiration in the humid region of northeast India.** Hydrol. Process. 2011.

JARDIM, Antônio de Ponte. **Movimentos pendulares.** IN: IBGE, 2011. Reflexões sobre os Deslocamentos Populacionais no Brasil. 330p. Rio de Janeiro, 2011.

JIANG, Zhangyan; HUETE, Alfredo R.; DIDAN, Kamel; MIURA, Tomoaki. **Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band**. Remote Sensing of Environment 112, 3833–3845. 2008.

JIN, F.-F; BOUCHAREL, J. & LIN, I.-I. **El Niño and intense tropical cyclones**. Nature 516, 82–85. 2014.

JUSTICE C.O.;TOWNSHEND, J.R.G.; VERMOTE, E.F.; MASUOKA, E.; WOLFE, R.E.; SALEOUS, N.; ROY, D.P.; MORISETTE, J.T. **An overview of MODIS Land data processing and product status**. Remote Sensing of Environment. v.83, p. 3-15. 2002.

JUSTICE, C. O.; VERMOTE, E. TOWNSHEND, J. R. G.; DEFRIES, R.; ROY, D. P.; HALL, D. K.; VINCENT, V. S.; PRIVETTE, J. L.; RIGGS, G.; STRANHLER, A. LUCHT, W. L. MYNENIN, R. B.; KNYAZIKHIN, Y.; RUNNING, S. W.; NEMANI, R. R.; WAN, Z.; HUETE, A. R. LEEUWEN, W. VAN; WOLFE, R. E. GIGLIO, L. MULLER, J.; LEWIS, P.; BARNESLEY, M. J. **The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Land Remote Sensing for Global Change Research**. IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, v.36, n.4, p.1228-1249. 1998.

KATO, S.; YAMAGUCHI, Y. **Analysis of urban heat-island effect using ASTER and ETM+ Data: Separation of anthropogenic heat discharge and natural heat radiation from sensible heat flux**. Remote Sensing of Environment v. 99, p. 44-54, 2005.

KENAWY, A.; MORENO, J. I. L.; SERRANO, S. M. V. **Trend and variability of surface air temperature in northeastern Spain (1920–2006): Linkage to atmospheric circulation**. Atmospheric Research, v. 106, p. 159-180, 2012.

KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods**. London: Charles Griffin, 120p. 1975.

KÖPPEN, W. **Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt**. Geographische Zeitschrift 6, 657–679. 1900.

KOSTOPOULOU, E. & JONES, P. D. **Assesment of climate extremes in the Eastern Mediterreanean**. Meteorology and Atmospheric Physics, v. 89, p. 69-85, 2005.

KUHN, Caroline & LEÃO, Simone. **Modelagem das dinâmicas antrópicas em Unidades de Conservação**. XII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, Belém – Pará, 2007.

LAFAGE, Denis; SECONDI, Jean; GEORGES, Anita; BOUZILLÈ. Jan-Bernard & PÉTILLON, Julien. **Satellite-derived vegetation indices as surrogate of species richness and abundance of ground beetles in temperate floodplains**. Insect Conservation and Diversity7, 327–333, 2014.

LAGOS, Adriano Rodrigues & MULLER, Beatriz de Lima Alessio. **HOTSPOT BRASILEIRO – Mata Atlântica**. Saúde & Ambiente em Revista, v.2, n.2, p-35-45. Duque de Caxias- RJ. 2007.

LAMBIN, Eric F. (2001); TURNER, B.L.; GEIST, Helmut J; , Agbola, Samuel B; Angelsen, Arild; Bruce, John W; Coomes, Oliver T.; DIRZO, Rodolfo; FISCHER, Günther; FOLKE, CARL; GEORGE, P. S.; HOMEWOOD, Katherine; IMBERNON, Jacques; LEEMANS, Rik; LI, Xiubin; MORAN, Emilio F; MORTIMORE, Michael; RAMAKRISHNAN, P.S. ; RICHARDS, John F. ; SKÅNES.Helle; STEFFEN, Will ; STONE, Glenn D.; SVEDIN, Uno; VELDKAMP, Tom A.; VOGEL, Coleen & XU, Jianchu. **The Causes of Land-Use and Land-Cover Change: Moving Beyond the Myths**. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions 11, no. 4, pp. 261–269.2001.

LANDIM, Myrna Friederichs; PROENÇA, Carolyn Elinore Barnes; SALES, Adeline Brito & MATOS, Ilaine Silveira. **Floristic characterization of an Atlantic Rainforest remnant in Southern Sergipe: Crasto Forest**. Biota Neotropica. 15(1): 1—16.2015.

LATORRE, Marcelo Lopes; ANDERSON, Liana Oighenstein; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; CARVALHO JÚNIOR, Osmar Abílio de. **Sensor Modis: características gerais e aplicações**. Espaço & Geografia. v. 6, n. 1, p. 97 – 126, 2003.

LAURANCE, William. **A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change**. Trends in Ecology and Evolution. (13) 411-415, 1998.

LEWINSOHN, T.; PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira. Síntese do atual estado do Conhecimento**. São Paulo: Contexto, 2002.

LIMA, João G. A.; VIANA, Paula C.; WANDERLEY, José Alberto Calado; MANIÇOSA, Rudah M; LIMA, Rozana M. S. **Análise de tendências na temperatura e precipitação em Caicó, Rio Grande do Norte**. UFCG - Universidade Federal de Campina Grande. ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido, V. 8, n. 1, p.. 34 – 38. 2012.

MACHADO, M. A.; MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a agricultura brasileira**. Newsletter do Projeto GOF-UK-CPTEC, São José dos Campos, v. 1, n. 2, p. 4-6. 2006.

MADRUGA, Joana; RAO, Vladamudi Brahmananda; HADA, Kioshi . **Relações entre temperatura e precipitação no Brasil**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1999.

MANN, H. B. Econometrica. **The econometric society**. v13, n3, p245- 259. 1945.

MANSKE, Kléber Vital. **A urbanização em manguezais uma análise têmporo-espaial através de técnicas de Geoprocessamento - perímetro urbano de Paranaguá - PR**. [Dissertação]. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

MANZIONE, Rodrigo Lilla; TANIKAWA, Diego Hiroshi e SOLDERA, Bruna Camargo. **Relação entre a resposta espectral da vegetação em diferentes cultivos agrícolas e níveis freáticos em área de recarga do Sistema Aquífero Guarani** . Águas Subterrâneas 28(1): 1-13, 2014.

MARICATO, Erminia. **Questao fundiaria urbana no Brasil e o Ministerio das Cidades** In: 1o Congreso Nacional del Suelo Urbano, 2005, Cidade do Mexico-Mexico. Anais. Cidade do

Mexico: Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad de la Universidad Autonoma de Mexico e Lincoln Institute of Land Policy, pp. 1-14. 2005.

MARICATO, Erminia & TANAKA, Giselle. **O planejamento urbano e a questao fundiária.** Revista Ciência Hoje. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciencia, vol. 38, Nº 227, pp. 16-23. 2006.

MARTINS, André Luiz; CUNHA, Cristiano Rocha; PEREIRA, Vinícius Marcio Rodrigues; DANELICHEN, Victor Hugo de Moraes; MACHADO, Nadja Gomes; LOBO, Francisco de Almeida; MUSIS, Carlo Ralph & BIUDES, Marcelo Sacardi. **Mudanças em índices biofísicos devido à alteração da cobertura do solo em área nativa de Cerrado em Mato Grosso.** Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37 n. 4, p. 152-159. 2015.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction.** 2 ed., Great Britain: John Wiley & Sons, 210p. 1999.

MATALLO JUNIOR, Heitor. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas.** Brasília : UNESCO, 2001.80p.

MATOS, Rigoberto Moreira de; MEDEIROS, Raimundo Mainar de; FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; SILVA, Patrícia Ferreira da; SANTOS, Djail . **Caracterização e aptidão climática de culturas para o município de ALHANDRA - PB, Brasil.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.9, nº.3, p. 183 – 192. 2015 .

MENEZES, N.A., WEITZMAN, S.H., OYAKAWA, O.T., LIMA, F.C.T., CASTRO, R.M.C. & WEITZMAN, M.J. **Peixes de água doce da Mata Atlântica – Lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais.** São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2007.

MENESES, P. R.& NETTO, J. DA S. M. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais.** 1.ed. Brasília, DF: UNB; Planaltina: Embrapa Cerrado, 262p. 2001.

MESCHIATTI, Monica Cristina; FONTOLAN, Mariana Rozendo; PENEREIRO, Júlio César e FERREIRA, Denise Helena Lombardo. **Caracterização estatística de tendências em séries anuais de dados hidro-climáticos no estado de São Paulo, Brasil.** (52-64) Revista Geografia Acadêmica v.6, n.1. 2012.

MEYER, W. B. & TURNER, B. L. **Human Population Growth and Global Land-Use/Cover Change.** Annual Review of Ecology and Systematics 23, pp. 39-61.1992.

MINUZZI, Rosandro B. **Tendências na variabilidade climática de Santa Catarina, Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.14, n.12, p.1288–1293, 2010

MMA. **Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias Para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade nos Biomas Brasileiros.** Brasília: MMA/SBF. 2002.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampa. **Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros.** Organizadores Maura Campanili [e] Wigold Bertoldo Schaffer. Brasília, 2010.

_____. **Desertificação, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar: recortes no Brasil, em Portugal e na África.** João Pessoa: EDUEPB, 344 p. 2010.

_____. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil.** Brasília, 134 p. 2007.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero; BERNARDO, Sérgio de Oliveira. **Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro.** Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, V. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MORAES, J. M; PELLEGRINO, G.; BALLESTER, M. V. MARTINELLI, L. A. VICTORIA, R. L. **Estudo preliminar da evolução temporal dos componentes do ciclo hidrológico da bacia do Rio Piracicaba.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XI e Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, II, ABRH, Recife, PE. **Anais.** p. 27-32. 1995.

MUNICH, RE. **Severe Weather in North America** Munich RE Report Number 302-07563, 274. 2013.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. e Kent, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature 403, 853- 858. 2000.

NASA. **Modis Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer.** Disponível em: <http://modis.gsfc.nasa.gov/>. Acesso em 22/08/2015.

NASCIMENTO, S. S. **Análise Multitemporal do Processo de Desertificação na Sub-bacia Hidrográfica do Alto Paraíba.** Dissertação (Mestrado em Geografia) UFPB, 2013.

NOBRE, C. A.; Sellers, P. J.; Shukla, J. **Amazonian deforestation and regional climate change.** J. Climate, n.4, p. 957-987. 1991.

NÓBREGA, Ranyére Silva. **Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler.** Revista Brasileira de Geografia Física 03, 18-22. 2010.

NOGUEIRA, Fernando. **Modelagem e Simulação - Cadeias de Markov,** Notas de aula. 2009. Disponível em: www.ufjf.br/epd042/files/2009/02/cadeia_Markov1.pdf Acesso em 10/03/2015.

OJIMA, Ricardo & MARTINE, George. **Resgates sobre população e ambiente: breve análise da dinâmica democrática e a urbanização nos biomas brasileiros.** Idéias n5. 2012.

OLIVEIRA, Rodrigo Abrantes Nobre; SOUSA, Glauber Antônio; MENEZES JUNIOR, Jose Carlos; MELO, Reginaldo Tavares; SOUSA NETO, Eduardo Pereira e SOUSA, Thiago Pereira. **Dinâmica do Processo de Desmatamento de Caatinga no Município de Catolé do Rocha-PB.** Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.10, n.4, p. 01-04, Out - Dez, 2014.

OLIVEIRA, Rogério Ribeiro de. **Mata Atlântica, Paleoterritórios e História Ambiental.** Ambiente & Sociedade. Campinas, v X, n 2,p. 11-23.. 2007

_____. **As marcas do homem na floresta: história ambiental de um trecho urbano de mata atlântica.** Rio de Janeiro. Ed. PUC-Rio, 230 p. 2010.

OLIVEIRA, Antônio Tadeu Ribeiro de; ERVATTI, Leila Regina; O'NEILL, Maria Monica Vieira Caetano. **O panorama dos deslocamentos populacionais no Brasil: PNADs e Censos Demográficos.** IN: IBGE, 2011. **Reflexões sobre os Deslocamentos Populacionais no Brasil.** 330p. Rio de Janeiro, 2011.

PAE/BA - **Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.** Versão validada. Salvador, 2014. 186 p.

PAIVA, Y. G. **Estimativa do índice de área foliar por métodos óticos e sensoriamento remoto para calibrar modelo ecofisiológico em plantas de eucalipto em áreas de relevo ondulado.** Dissertação (Pós-graduação em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG). 62f. 2009.

PENEREIRO. Júlio César & FERREIRA, Denise Helena Lombardo. **Estatística apoiada pela tecnologia: uma proposta para identificar tendências climáticas.** Acta Scientiae, v.13, n.1, jan./jun. 2011.

PEREIRA, Antonio Carlos Lima; PASCHOAL, Savio Samri Luna & ARAUJO, Paulo César. **Análise espaço-temporal da desertificação no semiárido do Nordeste do Brasil através de imagens de satélite LANDSAT 5.** Sociedade e Território, Natal, v. 26, nº 2, p. 181 - 196, jul./dez. 2014.

PETTITT, A. N. **A Non-parametric Approach to the Change-point Problem.** Appl. Statistic, v.28, n.2, p.126-135. 1979.

PINTO, Luiz Paulo e BRITO, Maria Cecília Wey de . **Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução in:** GALINDO-LEAL, Carlos e CÂMARA, Ibsen de Gusmão. **Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas.** Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte : Conservação Internacional, 472 p. 2005.

RAO, V.B.; HADA, K. **Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with southern oscillation.** Theoretical and Applied Climatology, 42, 81-91, 1990.

RBMA – Reserva da Biosfera da mata Atlântica. Anuário Mata Atlântica 2012. **Panorama do cumprimento das metas de AICHI – CDB 2020 na Mata Atlântica: Avanços, Oportunidades e Desafios.** 2012.

REGO, Luiz Felipe Guanaes. **O espaço geográfico visto do espaço orbital** In: OLIVEIRA, e Rogério Ribeiro de. **As marcas do homem na floresta: história ambiental de um trecho urbano de mata atlântica.** Rio de Janeiro. Ed. PUC-Rio, 230 p. 2010.

REIS, J. G. **Desertificação no Nordeste.** Recife: Sudene, 1988.

REZENDE, Vanessa Leite; CUNHA, Fernanda Leite. **Influência da temperatura e precipitação na distribuição das espécies criticamente ameaçadas de extinção ocorrente em Minas Gerais**. X Fórum Ambiental de Alta Paulista. V10, n8, P.51-58. 2014.

RIBEIRO, A. G. A climatologia geográfica e a organização do espaço agrário. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, v. 23, nº 45/46, p. 34-38. 1993.

RIBEIRO, Roberta Everllyn Pereira; ÁVILA, Pâmela Lorena Ribeiro; BRITO, José Ivaldo Barbosa de; SANTOS, Elder Guedes do; SOUSA, Leandro Fontes de. **Análise da tendência climática nas séries temporais de temperatura e precipitação de Tucuruí-Pará**. Revista Brasileira de Geografia Física, vol.07, n.05 (Número Especial- VIWMCRHPE) 98-807. 2014.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Âmbito Cultural. 1997.

RHODES, S. L. **Rethinking Desertification: What Do We Know and What Have We Learned?** World Development, Vol. 19, No. 9, pp. 1137-1143, 1991.

ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S. & VAN SLUYS, M. 2003. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. São Carlos: Rima, 2003.

ROCHA, C Carlos Frederico Duarte ESTEVES, Francisco A. & SCARANO, Fabio R. Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba. Ecologia, história natural e conservação. São Carlos: Rima, 2004.

ROLDÃO, Aline de Freitas; SANTOS, Juliana Gonçalves; OLIVEIRA, Luiz Antônio de. **Correlação entre as variáveis climáticas (altitude, temperatura e precipitação) na mesorregião Sul e Sudoeste de Minas Gerais – MG**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.515 – 525, 2012.

RUBIO, J. L. AND BOCHET, E. **Desertification Indicators as Diagnosis Criteria for Desertification Risk Assessment in Europe**. Journal of Arid Environments 39: 113–120. 1998.

RUHOFF, Anderson; FANTIN-CRUZ , Ibraim; COLLISCHONN, Walter. **Modelos de simulação dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Caminhos de Geografia v. 11, n. 36, p. 258 – 268. Uberlândia- MG. 2010

SANFELIU, Carlos B.; TORNÉ, Jean. M. L. **Cidades intermédias urbanização**. Cadernos de geografia, v. 7, n. 1, p. 19-23. 2004.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: USP, 2005.

SANTOS, C. A. C. **Estimativa e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba**. Dissertação de Mestrado – Campina Grande, 2006..

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B. **Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 22, n. 3, p. 303-312, 2007.

SANTOS, Carlos A. C. dos; NEALE, Christopher M. U.; RAO, Tantravahi V. R. & SILVA, Bernardo B. **Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation over Utah, USA**. International Journal of Climatology, Published online in Wiley Inter Science. (www.interscience.wiley.com). v.31, n. 12, pages 1813–182., 2011.

SANTOS, Élder Guedes; SANTOS, Carlos Antonio Costa; BEZERRA, Bergson Guedes & NASCIMENTO, Francisco das Chagas Araújo. **Análise de parâmetros ambientais no núcleo de desertificação de Irauçuba - CE usando imagens de satélite**. Revista Brasileira de Geografia Física, vol.07, n.05 (Número Especial- VIWMCRHPE), 915-92. 2014.

SANTOS, Francílio de Amorim & AQUINO, Cláudia Maria Sabóia. **Análise da dinâmica do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), dos aspectos econômicos e suas relações com a desertificação/degradação ambiental em Castelo do Piauí, Piauí, Brasil**. Revista Eletrônica de Investigação e Desenvolvimento. Nº 4, Junho de 2015.

SANTOS, Rosélia Maria de Sousa; SANTOS José Ozildo dos e ANDRADE, José Rivamar de. **Uma abordagem sobre o processo de urbanização no Brasil**. Revista Brasileira de Direito e Gestão Pública. Pombal – PB, v. 2, n. 1, jan.-mar, 2014a

SANTOS, Saulo Medrado. **Sistema web para visualização de informações geográficas de áreas com suscetibilidade climática à desertificação**. [Dissertação] - Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2015.

SANTOS, Walbert Júnior Reis; SILVA, Bruno Montoani; OLIVEIRA, Geraldo César; VOLPATO, Margarete Marin Lordelo; LIMA, José Maria; CURI, Nilton e MARQUES, João José. **Soil moisture in the root zone and its relation to plant vigor assessed by remote sensing at management scale**. Geoderma 221–222, p. 91–95, 2014.b

SCHÄFFER, W. B. & PROCHNOW, M. (Org.). **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI. 156 p. 2002.

SEABRA, V. da S. e CRUZ, C. B. M. **Uso do sensoriamento remoto na avaliação de alterações dos estados dinâmicos da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio São João**. Revista Brasileira de Cartografia. Rio de Janeiro, RJ. n. 66/2, p. 303-320, 2014.

SILVA T. C.M. ; VARGAS V. J. Cadeias de Markov: **Conceitos e Aplicações em Modelos de Difusão de Informação**. 2009

SILVA, L. V.; CASAROLI, D.; BRITTO, B. V.; PEREIRA, R. M.; EVANGELISTA, A. W. P.; ROSA, F. O. **Influência dos Fenômenos El Niño e La Niña na precipitação pluvial da região do Matopiba**. II INOVAGRI International Meeting, 2014

SILVA, M.E.S; GUETTER, A.K. **Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná**. Revista Terra Livre, São Paulo-SP, Ano 19 - vol. I - n. 20, p. 111-126, jan/jul. 2003.

SILVA, Rossi Allan; PEREIRA, José Aldo Alves; BARROS, Dalmo Arantes; BORGES, Luís Antônio Coimbra; TEIXEIRA, Marcelo Dias & ACERBI-JR, Fausto Weimar. **Avaliação da cobertura florestal na paisagem de Mata Atlântica no ano de 2010, na região de Ouro Preto – MG.** CERNE. v. 21, n. 2, p. 301-309. 2015

SINGER, P. **Migrações internas: considerações teóricas sobre seu estudo.** In: MOURA, H. A. de (Coord.). **Migração interna: textos selecionados.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil - BNB, Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, t. 1, p. 211-244. (Estudos econômicos e sociais, 4). 1980.

SINGER, Paul. **Economia política da urbanização.** 2. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

SLEIMAN, J. & SILVA, M. E. S. **A climatologia de precipitação e a ocorrência de veranicos na porção noroeste do estado do Rio Grande do Sul.** SIMPGEO-SP, Rio Claro, 2008.

SNEYERS, R. **Sur l'analyse statistique des series d'observations.** Genève: Organisation Météorologique Mondiale, 192p. (OMN, Note technique, 143), 1975.

SOARES, Carlos Pedro Boechat; DEMOLINARI, Raul de Abreu; LEITE, Helio Garcia e SOUZA, Agostinho Lopes de. **Predição do crescimento em povoamentos clonais de Eucalipto não desbastados utilizando matrizes de transição não estacionárias.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.33, n.5, p.831-840, 2009

SOARES, Rogério Barbosa & CAMPOS, Kilmer Coelho. **Índice de propensão à desertificação no estado do Ceará.** Teoria e Evidência Econômica - Ano 20, n. 42, p. 139-156, jan./jun. 2014.

SOARES FILHO, B.S. **Modelagem dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica.** Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

SOARES NETO, Joaquim Pedro; NUNES, Heliab Bomfim; ROCHA, Marcelo de Sousa; GUTERRES, Débora Cervieri. **Tendências das séries de temperaturas, máxima, média e mínima do município de Barreiras no oeste da Bahia.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. Volume 11 - Número 2 - 2º Semestre 2011.

STERN, N. **Stern Review on the economics of climate change.** 2006. Available at: <<http://www.hm-treasury.gov.uk>>. Acesso em 8 dez. 2014.

STRECK, Nereu Augusto; GABRIEL, Luana Fernandes; BURIOL, Galileo Adeli; HELDWEIN, Arno Bernardo & PAULA, Gizelli Moiano. **Variabilidade interdecadal na série secular de temperatura do ar em Santa Maria, RS.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.8, p.781-790, ago. 2011

SOUZA, Adriano Mendonça; GEORGEN, Roberta & FERRAZ, Simone Erotildes Teleginski. **Previsão de precipitação e temperatura em Santa Maria por meio de um modelo estatístico.** Ciência e Natura, UFSM, 31 (1): 49 - 64, 2009

SZILAGYI, Gustavo. **Diagnóstico Ambiental do processo de desertificação no município de Lajes/RN.** [Dissertação]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. 2007.

TEIXEIRA-GANDRA, Claudia Fernanda Almeida; DAMÉ, Rita de Cássia Fraga; SIMONETE, Marcia Aparecida; BACELAR, Luiz Carlos Salgueiro; DIZCONZI, Pamela Bilhafan & SANTOS, Jacira Porto. **Modelagem estocástica: previsão das temperaturas para a localidade de Pelotas/RS/Brasil**. Revista Agro@mbiente On-line, v. 8, n. 1, p. 18-28, janeiro-abril, 2014

TERRA, Talita Nogueira & SILVA, João dos Santos Vila da. **Cenário de desmatamento da Bacia do Alto Paraguai (BAP) em 2022 e 2050**. Anais 4º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Bonito - MS, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 741 -749, 2012.

THOMAS, Chris D.; CAMERON, Alison; GREEN, Rhys E.; BAKKENES, Michel; BEAUMONT, Linda J.; COLLINGHAM, Yvonne C.; ERASMUS, Barend F. N.; SIQUEIRA, Marinez Ferreira; GRAINGER, Alan; HANNAH, Lee; HUGHES, Lesley; HUNTLEY, Brian; JAARSVELD, Albert S. van; MIDGLEY, Guy F. ; MILES, Lera; ORTEGA-HUERTA, Miguel A.; PETERSON, A. Townsend ; PHILLIPS, Oliver L. & WILLIAMS, Stephen E. . **Extinction risk from climate change**. Nature. (427) 145-148. 2004.

UNCCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. 1995.

VARJABEDIAN, Roberto. **Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental**. Estudos Avançados 24 (68), 147-160. 2010

VASCONCELOS, Laura Cristina da Silva; FELIX, Giseli Dalla Nora e FERREIRA, Flavio Henrique. **Aspectos gerais sobre região e o processo de urbanização brasileira**. Espacio y Desarrollo N° 19, pp. 161-178. 2007.

VIANA, P. C. **Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas com base em um modelo digital de elevação para o Estado do Ceará**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal de Educação e Ciência Tecnologia, Campus Iguatu - CE, 2010.

VICTORIA, Daniel de Castro; ANDRADE, Ricardo Guimarães; PAZ, Adriano Rolim da.. **Série temporal de imagens EVI/MODIS para discriminação de formações vegetais do Pantanal**. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 34, Número Especial, p. 721-729, dez. 2009.

VOLPATO, Margarete M. L.; ALVES, Helena Maria R.; VIEIRA, Tatiana G. C.; BOELL, Victor G.; SOUZA, Júlio Cesar de; BOELL, Miler G. & SOARES, Wilian L. **Mineração de dados espectrais para modelagem de ocorrência da broca do café**. Anais do IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Curitiba – PR, 2015.

WANDERLEY, Henderson S.; SEDIYAMA, Gilberto C.; JUSTINO, Flávio B.; ALENCAR, Leonidas P. & DELGADO, Rafael C.. **Variabilidade da precipitação no Sertão do São Francisco, estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.17, n.7, p.790–795, 2013.

WANG, Y.; YAN, Z. **Trends in Seasonal Precipitation over China during 1961–2007**. Atmospheric and Oceanic Science Letters, v. 2, n. 3, p. 165-171, 2009

WEB MODIS. **MODIS Data Product Non-Technical Description - MOD 12.** Disponível em: <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/nontech/MOD12.php>. Acesso em: 01/11/2014.

WOLFE, R. E.; NISHIHAMA, M.; FLEIG, A. J.; KUYPER, J. R.; ROY, D. P.; STOREY, J. C.; PATT., F. S. **Achieving sub-pixel geolocation accuracy in support of MODIS land science. Remote Sensing of Environment**, v.83, n. 1-2, p.31-49, 2002.

WORSTER, Donald. **Para Fazer História Ambiental.** Estudos Históricos, Rio de Janeiro, vol. 4, n. 8, p. 198-215. 1991.

WWF. **Planeta Vivo- Relatório 2010: Biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento. 2010.** Disponível em: http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/08out10_planetavivo_relatorio2010_completo_n9.pdf. Acesso: 10/10/2015.

YEVJEVICH, V. **Probability and statistics in hydrology.** Fort Collins: Water Resources Publication, p. 276. 1972.

YUE, S.; PILON, P. J.; PHINNEY, B.; CAVADIAS, G. **The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series.** Hydrol. Processes. v. 16. p. 1807–1829. 2002.

YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann. **Causas socioeconômicas do desmatamento na Mata Atlântica brasileira.** In: GALINDO-LEAL, Carlos e CÂMARA, Ibsen de Gusmão. **Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas.** Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte : Conservação Internacional, 472 p. 2005.

ZHANG, X., YANG, F. **RClmDex (1.0) User Guide.** Climate Research Branch Environment Canada. Downsview (Ontario, Canada), 22p, 2004

Anexo 1:

Tabela 22: Estações Meteorológicas fonte de dados para o presente Estudo (anexo)

UF	Estação	UF	Estação	UF	Estação	UF	Estação
CE	Acarau	BA	Cruz das Almas	MG	Poços de Caldas	PR	Ivai
	Barbalha		Feira de Santana		Salinas		Irati
	Campos Sales		Guaratinga		São Lourenço		Londrina
	Crateus		Jaguaquara		Vicosa		Maringa
	Fortaleza		Salvador	ES	São Mateus		Paranagua
	Guaramiranga		Vitória da Conquista		Vitória	SC	Campos Novos
	Iguatu	MG	Aimores	RJ	Avelar		Chapeco
	Jaguaruana		Aracuai		Campos		Florianopolis
	Morada Nova		Barbacena		Cordeiro		Indial
	Quixeramobim		Belo Horizonte		Itaperuna		Lages
	Sobral		Caparaó		Resende		Sao Joaquim
	Taua		Capinópolis		Rio de Janeiro		Urussanga
RN	Natal		Caratinga	SP	Campos do Jordão	RS	Bento Gonçalves
PB	João Pessoa		Conceição do Mato Dentro		Catanduva		Bom Jesus
PE	Garanhuns		Coronel Pacheco		Guarulhos		Caxias do Sul
	Recife Curado		Divinópolis		Presidente Prudente		Cruz Alta
AL	Maceió		Ibirité		São Paulo		Irai
	Porto das Pedras		Itamarandiba		São Simão		Lagoa Vermelha
SE	Aracaju		Ituitaba		Sorocaba		Passo Fundo
	Itabaianinha		Juiz de Fora		Taubaté		Santa Maria
	Própria		Lambari		Votuporanga		Torres
BA	Alagoinhas		Lavras	PR	Campo Mourão	MS	Ivinhema
	Canavieiras		Machado		Castro		Parnaíba
	Caravelas		Pedra Azul		Curitiba		Ponta Porã

Anexo 2:

Tabela 23: Quantitativo de dados de precipitação mensal utilizados

Mês	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
JAN	69	58	82	82	83	83	83	82	81	83	82	82	81	78	77
FEV	75	58	82	83	84	83	84	82	83	84	83	83	82	80	78
MAR	78	61	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	82	80	78
ABR	74	61	79	82	84	82	83	83	83	82	83	83	82	80	76
MAI	76	60	77	84	83	83	83	83	79	82	83	81	82	80	75
JUN	68	54	64	67	83	83	79	79	78	82	83	79	78	80	76
JUL	78	50	80	78	84	80	81	82	62	62	79	69	76	77	75
AGO	75	53	81	80	71	83	84	64	81	83	61	76	70	75	68
SET	76	75	81	80	76	84	83	77	84	83	81	78	79	79	71
OUT	77	80	81	80	83	83	83	82	83	83	82	80	79	79	72
NOV	77	79	81	80	84	83	84	82	82	82	82	81	79	79	72
DEZ	77	80	81	84	81	84	84	83	83	82	82	81	79	78	67

Tabela 24: Quantitativo de dados de temperatura média mensal utilizados

Mês	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
JAN	75	55	80	82	80	81	79	76	75	75	75	74	73	68	67
FEV	75	57	81	82	81	80	81	75	75	79	77	76	76	69	68
MAR	75	69	80	81	81	80	80	77	76	79	77	77	76	68	65
ABR	74	59	81	81	81	81	79	75	75	79	77	77	75	70	65
MAI	75	59	78	80	82	81	79	77	75	79	77	77	76	69	65
JUN	73	59	79	82	82	81	80	77	74	78	77	74	65	67	61
JUL	74	52	78	79	82	82	80	77	72	72	74	73	72	68	62
AGO	71	52	80	76	81	82	80	78	75	80	76	75	73	64	60
SET	70	51	79	76	82	82	79	77	77	78	74	73	73	71	62
OUT	72	78	80	78	82	81	79	78	80	78	77	76	74	68	63
NOV	74	78	80	77	81	82	78	78	77	77	77	75	74	68	62
DEZ	74	78	80	81	81	81	77	79	77	75	75	75	73	68	56