

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

IGOR BATISTA BRINATE

ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPIRITO SANTO
2013

IGOR BATISTA BRINATE

ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPIRITO SANTO
2013

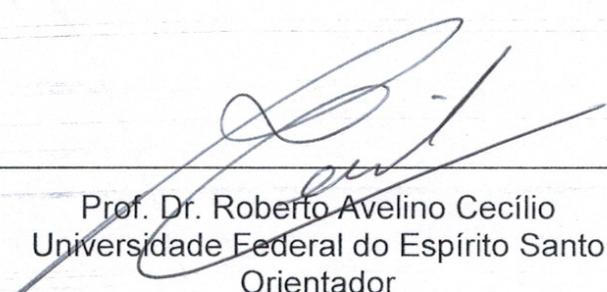
IGOR BATISTA BRINATE

ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

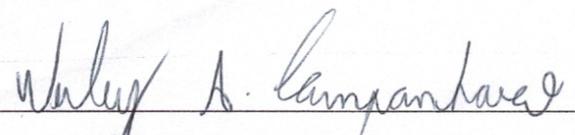
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Apresentada em 29 de Agosto de 2013

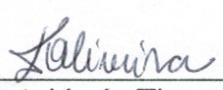
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Eng.º Florestal Wesley Augusto Campanharo



Eng.ª Florestal Laís Thomazini Oliveira

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, e a minha família que tanto me apoiou (em especial aos meus pais).

Ao Professor Roberto Avelino Cecílio pelos conselhos, e pelos momentos de motivação mesmo quando tudo está dando errado.

Aos meus irmãos de laboratório (Maycon, Wesley, Danilo, Daniela, Laís, Milena, e demais) pelos bons momentos de descontração, mas também pelos trabalhos.

As minhas primas (Lídia, Karol, Sara, Laís e Angélica) que fizeram dos meus dias mais alegres.

A minha namorada Laís por me dar forças, e não me deixar desanimar por todos esses anos.

Aos meus amigos da turma de Engenharia Florestal de 2009/1. Aos meus companheiros de carona (Vitor, Weslen, Rafael, Wini, Fernando, Pedro, Jair) pelas risadas. Aos amigos de todas as horas (Marília, Maiara, Lomanto, Kelly, Fernanda e Ádila).

RESUMO

As mudanças climáticas são as alterações no clima, que estão direta ou indiretamente ligadas às atividades humanas. A análise das mudanças climática desperta um grande interesse, pois causam enormes perdas e transtornos econômicos na agricultura, nas florestas, nos recursos hídricos, nas áreas costeiras, além de causarem impactos nas espécies biológicas e nas áreas naturais. No presente trabalho foram utilizados dados de postos pluviométricos espacialmente distribuídos com o objetivo de analisar a tendência dos índices de detecção de mudanças climáticas, calculados a partir dos dados diários de precipitação pluviométrica através do RClimdex 2.15.0. no Espírito Santo. Referente aos índices climáticos evidenciou-se, tendências positivas para os índices de precipitação máxima de um e cinco dias (Rx1day e Rx5day), um acréscimo no número de dias extremamente chuvosos (R99p), e na precipitação total anual (PRCPTOT), para algumas localidades. Entretanto, diante dos resultados encontrados, observou-se apenas tendências pontuais, mas, no geral, para o estado do Espírito Santo, as tendências não foram estatisticamente significativas.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas RClimDex, Climatologia.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos.....	2
1.1.1	Objetivo geral.....	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Mudanças Climáticas.....	3
2.2	Índices de Tendência de Chuva.....	5
3	METODOLOGIA.....	7
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4.1	Precipitação Máxima de um dia.....	11
4.2	Precipitação Máxima de cinco dias.....	13
4.3	Número de Dias de Precipitação Intensa.....	15
4.4	Número de Dias de Precipitação Muito Pesadas.....	17
4.5	Número de dias consecutivos secos.....	18
4.6	Número de Dias Consecutivos Úmidos	20
4.7	Dia Extremamente Chuvoso	22
4.8	Precipitação Total Anual	25
5	CONCLUSÕES	30
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Listagem das Estações utilizada.....	7
Tabela 2 - Tendência da Precipitação Máxima de um dia (Rx1day).....	11
Tabela 3 - Tendência da Precipitação Máxima de cinco dias (Rx5day).....	13
Tabela 5 - Tendência para o Número de Dias de Precipitação Intensa (R10mm).....	15
Tabela 6 - Tendência para o Número de Dias de Precipitação Muito Pesada (R20mm).....	17
Tabela 7- Tendências do Índice Número de Dias Consecutivos Secos (CDD).19	
Tabela 8 - Tendência para o Número de Dias Úmidos (CWD).....	21
Tabela 9 - Tendência para Dias Extremamente Chuvosos (R99p).....	23
Tabela 10 - Tendência para a Precipitação Total Anual (PRCPTOT).....	25

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a discussão sobre as variações climáticas e, possivelmente, as mudanças no clima têm despertado preocupação não apenas da comunidade científica, como também dos governantes e da sociedade de maneira geral.

Para um cenário de elevadas taxas de emissão de gases do efeito estufa, em 2100, a temperatura média do ar, no Brasil, pode aumentar em até 3,9 °C, e, para um cenário de baixas taxas de emissão, a temperatura pode elevar até 1,3 °C (MARENGO, 2007). Além do aumento da temperatura do planeta, outros impactos ambientais podem ocorrer em consequência das mudanças climáticas, tais como: secas prolongadas, enchentes, ondas de calor e de frio, furacões, tempestades. E ainda impactos relacionados aos recursos hídricos, as áreas costeiras, as espécies biológicas, a agricultura, as florestas, as áreas naturais e na saúde.

O aumento na temperatura está diretamente ligado a mudanças no ciclo hidrológico, proporcionando aumento na capacidade de retenção de vapor d'água e variações na intensidade e nos padrões de precipitação. Bates et al (2008). As consequências do aquecimento global sobre o ciclo hidrológico estão relacionados, tanto ao aumento de temperatura, quanto à alteração no regime hídrico, no qual, é previsto um aumento na precipitação total anual para locais bem abastecidos de chuva, e redução da precipitação em locais que sofrem por escassez, além de se observar um aumento na frequência e intensidade de eventos extremos (IPCC, 2007).

A biosfera como um todo é vulnerável as mudanças climáticas. Huntingford et al (2013), ao avaliarem os impactos das mudanças climáticas na cobertura florestal, preveram que, até 2100, haverá uma redução da biomassa das florestas tropicais para a America, África e Ásia, sendo que as altas temperaturas serão as principais responsáveis por esta redução. Isso se deve ao fato de que afetam as respostas fisiológicas (respiração) das plantas, em

que este acréscimo proporciona o aumento da evaporação, da evapotranspiração e, que associados a aumento dos períodos secos, irão elevar os valores de mortalidade florestais devido ao déficit hídrico.

O conhecimento das variações climáticas é muito importante, pois, a partir dela, pode-se determinar com maior precisão as melhores épocas de plantio, avaliar as disponibilidades hídricas do solo, de forma a proporcionar o melhor desenvolvimento vegetal, verificar a eficiência do sistema de abastecimento de água, entre outros (AZEVEDO e SILVA, 1994).

As variações climáticas são determinadas através da utilização de softwares, que analisam a tendência temporal das séries históricas de variáveis meteorológicas como, por exemplo, temperatura do ar e precipitação. Um destes softwares é o RClimDex que é um programa que fornece um pacote computacional usado no cálculo de índices de extremos climáticos para monitorar e detectar mudanças climáticas, no qual calcula 27 índices básicos recomendados pela equipe de especialistas na detecção das alterações climáticas e índices, e padronizados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), no qual 11 são decorrentes da precipitação e 16 da temperatura do ar (Zhang et al., 2004).

Devido a incertezas associadas ao cenário climático atual, e a ausência de estudos realizados para o estado do Espírito Santo, há uma necessidade em se conhecer o comportamento futuro das variáveis climáticas, e detectar suas tendências. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo, analisar os índices de precipitação no estado.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral:

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar as tendências climáticas dos eventos de precipitação no estado do Espírito Santo.

1.1.2 Objetivos específicos:

Para se avaliar as tendências climáticas, os objetivos específicos foram::

- Estimar das séries de dias consecutivos secos e úmidos;
- Estimar o número de dias de precipitação intensa e muito pesada;
- Estimar as séries de dias extremamente úmidos;
- Análise da tendência da precipitação total anual;
- Identificar as áreas mais ou menos favorecidas pelo regime pluviométrico;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mudanças Climáticas

O termo mudanças climáticas se refere a qualquer mudança ocorrida no clima ao longo do tempo, devido à variabilidade natural ou à atividade humana por promover a alteração da composição atmosférica (IPCC, 2007).

Uma das principais causas das mudanças climáticas é a alteração na composição química atmosférica, devido a altas emissões de gás carbônico (CO_2), metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), além do próprio vapor d'água (H_2O). O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera se deve à queima de combustíveis fósseis, queimadas de vegetações e mudanças no uso da terra. Já o aumento na concentração de metano (CH_4) e óxido nitroso (NO_2) possivelmente se deve à agricultura e ao uso de combustíveis fósseis (IPCC, 2007).

Diante de cenários elaborados por meio de modelos matemáticos baseados em dados registrados dos oceanos, biosfera e atmosfera pelo Intergovernmental Panel on Climate (IPCC) (2001), foi previsto um aumento entre 1,4 °C e 5,8 °C na temperatura média global até o final do século XXI.

Os resultados divulgados pelo IPCC indicam que neste século, além do aumento da temperatura, haverá uma redução das chuvas em regiões secas, e um aumento em regiões providas de chuvas. Além de indicar um aumento da frequência e da intensidade dos eventos extremos, como chuvas intensas, enchentes, secas prolongadas, furacões. (IPCC, 2007)

Estudos realizado por Groisman et al. (2005), mostraram tendência de aumento na frequência de eventos de chuva no sudeste brasileiro. XAVIER et al. (1994) ao estudar a variabilidade da precipitação da cidade de São Paulo no período de 1933 a 1986, mostrou tendência positiva para precipitação acima de 30 mm dia^{-1} , e negativa para inferiores a 5 mm dia^{-1} .

Segundo Marengo (2007) estudos mostram que haverá um aumento na precipitação no sul do Brasil, e em regiões da Amazônia, e se espera menos chuvas nas regiões Centro-Oeste e no Nordeste. Cenários mostram um aumento do período seco no Nordeste, e também um aumento na frequência e na intensidade das chuvas na região sul e sudeste, além de ser prevista uma redução das chuvas ao longo da costa desde o Rio Grande do Norte até o Espírito Santo.

Os dados de aquecimento global de 1978 a 1999 do IPCC têm gerado dúvidas segundo Molion (2001), pois não foram verificados em todas as partes do mundo, podendo não serem reais, mas sim, resultado de outros fatores como, a falta de manutenção dos instrumentos, a utilização de modelos diferentes, ou alterações no ambiente ao redor da estação. Mudanças locais como ilhas de calor geradas por uma grande metrópole podem vir a interferir no clima local, mas também contribuir para intensificação das mudanças globais (AYOADE, 1996).

Mesmo com incertezas descritas por Molion (2001), se o aquecimento global é real ou não, nas últimas décadas muitos pesquisadores tem apresentado dados confiáveis, confirmando que a atmosfera terrestre tem demonstrado aumento do aquecimento global (SANTOS, 2006).

2.2 Índices de Tendência de Chuva

As alterações climáticas são identificadas à partir da análise de séries históricas de variáveis meteorológicas. Estas análises geram as tendências climáticas através do uso de ferramentas estatísticas representadas por índices climáticos (SANTOS et al., 2009).

A construção de índices climáticos é ser utilizada em estudos de monitoramento e detecção de mudanças climáticas (ZHANG e YANG, 2004). Devido a grande importância destes estudos a equipe de peritos do CCI/CLIVAR (Climate Change Detection Monitoring and Índices), desenvolveu 27 índices climáticos, contemplando tanto os índices de temperatura, como os de precipitação.

O Climdex é um programa que proporciona um pacote computacional usado no cálculo de índices de extremos climáticos para monitorar e detectar mudanças climáticas. Foi desenvolvido por Byron Gleason do National Climate Data Centre (NCDC) da National Oceanic and Atmospheric Administration e tem sido usado desde 2001 (ZHANG e YANG, 2004).

O Climdex foi criado de forma que não dependa de um sistema operativo determinado. O R foi incorporado para a manipulação, cálculo e exibição gráfica dos dados. Entre outras coisas, tem uma efetiva manipulação de dados que facilita e controla o armazenamento; uma grande série de operadores para cálculos em ordens, em particular matrizes; uma grande, coerente e integrada coleção de ferramentas para intermediar a análise de dados; instalações gráficas para análise de dados e exibe qualquer um diretamente no computador sendo assim, uma simples, efetiva e bem desenvolvida linguagem de programação. Esta plataforma é grátis e obtida através do website (<http://www.r-project.org>) e, ao mesmo, tempo é um software eficiente para a construção de gráficos e análises estatísticas (ZHANG e YANG, 2004).

O RClimdex foi desenhado para proporcionar uma interface simples para calcular índices de extremos climáticos. Calcula todos os 27 índices básicos recomendados pela equipe de peritos do CCI/CLIVAR "Climate Change

Detection Monitoring and Índices”, assim como outros índices de temperatura e precipitação com limites definidos pelo usuário (ZHANG e YANG, 2004).

Um dos principais objetivos de construir índices de extremos climáticos é usá-los em estudos de monitoramento e detecção de mudanças climáticas. O pacote RClimdex 2.15.0, é de distribuição gratuita e está disponível para download no website dos índices da ETCCDMI (<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/>).

3 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado para o estado do Espírito Santo, constituído por floresta tropical e vegetação litorânea. Seu clima é tropical úmido, com temperatura média de 23 °C e precipitação superior a 1400 mm por ano. Possui área de 46.078 Km², fazendo limites com a Bahia ao norte, o Oceano Atlântico a leste, Minas Gerais a oeste e Rio de Janeiro ao sul (PGEEES, 2013).

Para determinação dos eventos de precipitação foi preciso estabelecer um banco de dados com a série histórica de, no mínimo, 20 anos desta informação. Os dados foram obtidos em base diária, a partir do sistema HIDROWEB, utilizando a rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dos postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA) descritas na Tabela 1 e espacializadas na Figura 1.

Tabela 1 - Listagem das Estações utilizadas

Código	Município	Início	Fim	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Responsável
1840007	Água Doce do Norte	1962	2002	-18,548°	-40,976°	280	ANA
2041003	Alegre	1939	2002	-20,746°	-41,466°	127	ANA
1941008	Afonso Cláudio	1947	2013	-19,901°	-41,058°	250	ANA
2040011	Alfredo Chaves	1950	2002	-20,556°	-40,811°	515	ANA
1940003	Aracruz	1956	2002	-19,749°	-40,043°	5	ANA
1941003	Baixo Guandu	1942	2005	-19,523°	-41,014°	70	ANA
1840004	Barra de São Francisco	1948	2002	-18,753°	-40,893°	192	ANA
2041010	Cachoeiro do Itapemirim	1948	2002	-20,701°	-41,016°	580	ANA
2041002	Castelo	1940	2002	-20,605°	-41,199°	107	ANA
1940006	Colatina	1968	2002	-19,530°	-40,623°	40	ANA
1839001	Conceição da Barra	1930	2013	-18,562°	-39,747°	3	ANA
2040000	Domingos Martins	1947	1999	-20,363°	-40,661°	452	ANA
2041014	Dores do Rio Preto	1948	2013	-20,685°	-41,846°	772	ANA
1940007	Fundão	1949	1980	-19,936°	-40,401°	50	ANA
2041001	Guaçuí	1939	1962	-20,773°	-41,681°	576	ANA
2040004	Guarapari	1947	2012	-20,652°	-40,508°	6	ANA
1940005	Ibiraçu	1948	2013	-19,692°	-40,398°	50	ANA
1940012	Itaguaçu	1957	2013	-19,663°	-40,835°	70	ANA
2040006	Itapemirim	1947	2013	-20,952°	-40,953°	40	ANA
1940000	Itarana	1947	2013	-19,874°	-40,874°	165	ANA
2041017	Iúna	1956	2013	-20,322°	-41,704°	920	ANA
1940023	Linhares	1970	2013	-19,274°	-40,320°	95	ANA
1841009	Mantenópolis	1970	2013	-18,838°	-41,110°	900	ANA
2141014	Mimoso do Sul	1937	2013	-21,206°	-41,462°	59	ANA
1840012	Montanha	1970	2013	-18,145°	-40,143°	96	ANA
2041018	Muniz Freire	1956	2012	-20,371°	-41,408°	580	ANA
1840010	Nova Venécia	1970	2013	-18,809°	-40,690°	300	ANA
1941012	Pancas	1970	2013	-19,059°	-41,027°	500	ANA
2040010	Santa Leopoldina	1949	2013	-20,100°	-40,527°	160	ANA
1940001	Santa Teresa	1947	2013	-19,805°	-40,678°	149	ANA
1940016	São Gabriel da Palha	1968	2013	-19,057°	-40,516°	70	ANA
2141016	São José do Calçado	1952	2013	-21,036°	-41,652°	150	ANA
1839006	São Mateus	1971	2005	-18,950°	-39,764°	6	ANA

continua

Código	Município	Início	Fim	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Responsável
2040001	Viana	1951	2013	-20,415°	-40,485°	80	ANA
2040022	Vila Velha	1970	2013	-20,515°	-40,363°	3	ANA
2040035	Vitória	1925	2012	-20,516°	-40,516°	36,2	INMET

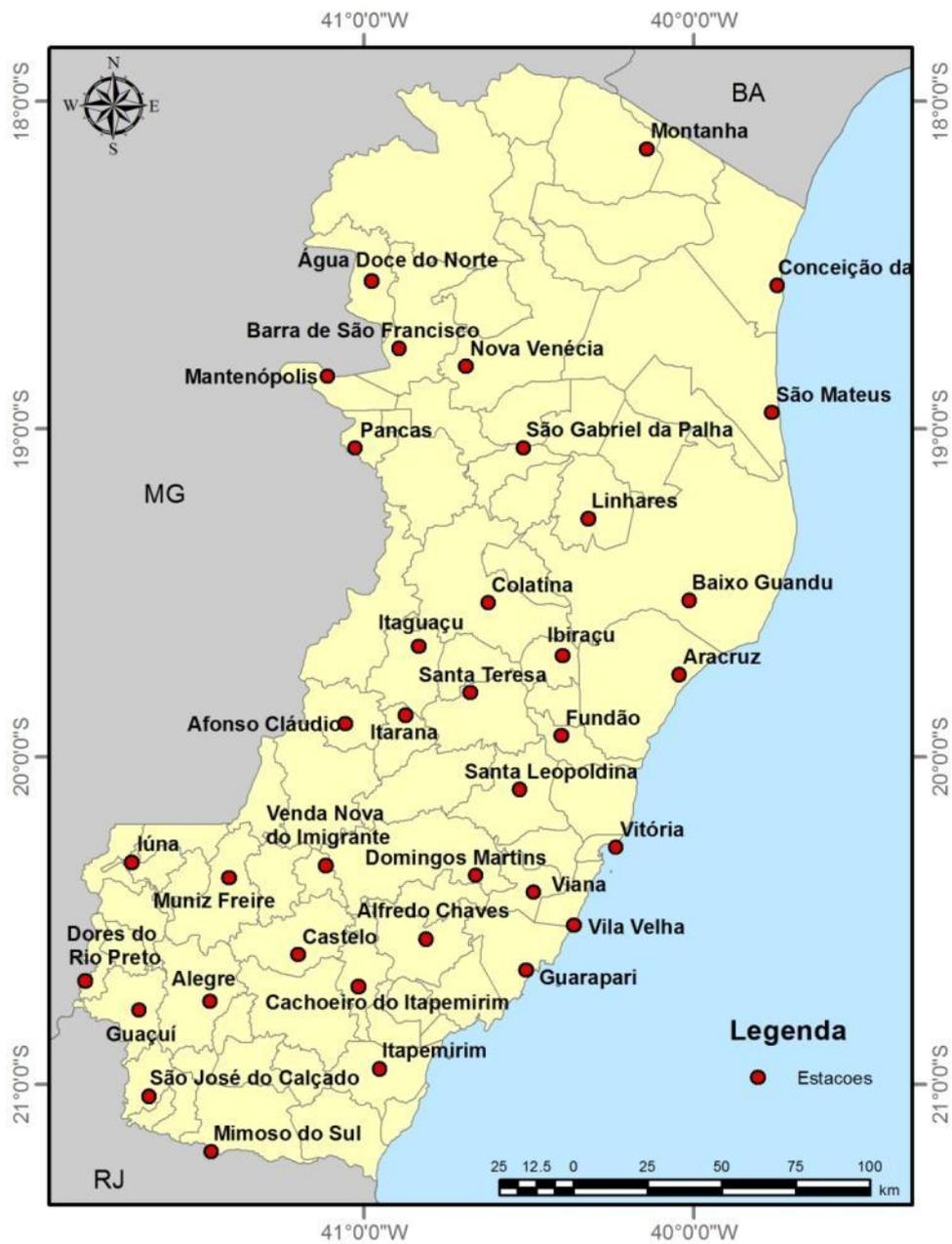


Figura 1 - Mapa com a distribuição das estações.

Para cálculo dos índices e avaliação dos dados foi utilizado o software RClimdex 2.15.0, desenvolvido e mantido pelos pesquisadores Xuebin Zhang e Feng Yang do Serviço de Meteorologia do Canadá. Dos 27 índices de detecção de mudanças climáticas produzidos pelo RClimDex (ZHANG e YANG, 2004), foi utilizado para a avaliação das tendências climáticas:

Precipitação máxima de um dia (Rx1day)

É a lâmina máxima precipitada em um dia, para um determinado ano, em que sua unidade é dada em mm.

Precipitação máxima de cinco dias (Rx5day)

É a lâmina máxima precipitada em 5 dias consecutivos em um determinado ano. A unidade do índice Rx5day é em mm.

Número de dias de precipitação intensa (R10mm)

É o número de dias cuja a lâmina de precipitação diária foi maior ou igual a 10 mm em um determinado ano. A unidade do índice R10mm é em dias.

Número de dias de precipitações muito pesadas (R20mm)

É o número de dias cuja a lâmina de precipitação diária foi maior ou igual a 20 mm em um determinado ano. A unidade do índice R20mm é em dias.

Dias consecutivos secos (CDD)

É o número máximo de dias consecutivos em que a lâmina precipitada foi menor que 1 mm. A unidade do índice CDD é em dias.

Dias consecutivos úmidos (CWD)

É o número máximo de dias consecutivos em que a lâmina precipitada foi maior ou igual a 1 mm. A unidade do índice CWD é em dias.

Dia extremamente chuvoso (R99p)

É a quantidade máxima de lâmina precipitada em um dia, para todo o período analisado. A unidade do índice R99p é em mm.

Precipitação total anual de dias úmidos (PRCPTOT)

É a lâmina total de precipitação em um determinado ano. Sendo que RR_j é a quantidade de precipitação diária em i dias no período j . Onde l representa o número de dias j em seguida.

$$\text{PRCPTOT} = \sum_{i=1}^I \text{RR}_{ij} \quad (01)$$

Para sua execução, foram colocados em prática os seguintes passos: (1) os dados devem estar dispostos em arquivo de texto ASCII, composto por colunas correspondentes ao ano, mês, dia e precipitação (PRCP), (2) os dados faltosos foram codificados como -99.9 e os registros dos dados dispostos em ordem cronológica (CANADIAN INTERNATIONAL DEVELOPMENT AGENCY, 2004).

Os índices são calculados para cada ano e, a partir destes valores o modelo gera uma tendência linear (positiva ou negativa), com sua significância estatística interpretada da seguinte forma:

Tabela 2 - Interpretação dos dados

p-valor	Interpretação
$p \leq 0,05$	Alta significância estatística
$0,05 < p \leq 0,1$	Boa significância estatística
$p > 0,1$	Não apresenta significância estatística

Segundo Santos (2009).

Os dados de declividade da curva foram interpretados da seguinte forma:

Tabela 3 - Interpretação da declividade das tendências.

Varição da declividade	Interpretação
$x \leq 0,1$	Baixa tendência
$0,1 < x \leq 0,3$	Leve tendência
$0,3 < x \leq 1,0$	Moderada tendência
$x > 1$	Alta tendência

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Precipitação Máxima de um dia

A lâmina máxima precipitada em um dia apresentada na Tabela 4, contém as 37 localidades em estudo. Analisando os resultados foram observadas sete estações com tendências significativas (Afonso Claudio, Barra de São Francisco, Guarapari, Nova Venécia, São José do Calçado, Viana e Vitória).

Tabela 4 - Tendência da Precipitação Máxima de um dia (Rx1day).

Cidades	RX1DAY		Cidades	RX1DAY	
	Pv	X		Pv	X
Afonso Claudio	0,008*	0,457	Itarana	0,207	0,216
Água Doce do Norte	0,735	-0,157	Iuna	0,681	-0,081
Alegre	0,319	0,156	Linhares	0,331	-0,447
Alfredo Chaves	0,345	-0,185	Mantenópolis	0,732	-0,102
Aracruz	0,769	-0,091	Mimoso do Sul	0,823	0,053
Baixo Guandú	0,693	0,057	Montanha	0,539	0,235
Barra de São Francisco	0,049*	0,481	Muniz Freire	0,928	0,02
Cachoeiro do Itapemirim	0,487	0,181	Nova Venécia	0,08*	0,583
Castelo	0,979	0,004	Pancas	0,503	0,206
Colatina	0,135	0,574	Santa Leopoldina	0,438	-0,186
Conceição da Barra	0,25	0,171	Santa Teresa	0,316	0,196
Domingos Martins	0,714	-0,092	São Gabriel da Palha	0,22	0,473
Dores do Rio Preto	0,115	0,239	São José do Calçado	0,031*	0,342
Fundão	0,575	0,343	São Mateus	0,815	-0,169
Guaçuí	0,846	-0,342	Venda Nova do Imigrante	0,136	0,73
Guarapari	0,089*	0,495	Viana	0,087*	0,332
Ibiraçu	0,302	0,356	Vila Velha	0,317	0,276
Itaguaçu	0,96	0,013	Vitória	0,015*	0,326
Itapemirim	0,198	0,281			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

Todas as estações significativas apresentaram tendências positivas para o Rx1day, indicando tendência de aumento na lamina máxima precipitada em um dia para estas localidades. Deve-se atentar para este aumento, pois ele contribui para a formação de cheias rápidas, para o deslizamento de encostas, além de proporcionar maior escoamento superficial devido ao alto volume de chuva, e como o solo já está saturado, ele não consegue armazenar água, gerando o escoamento superficial, trazendo prejuízos para o homem e o ambiente.

De acordo com o valor-p, as estações, as de Afonso Cláudio, Barra de São Francisco e São José do Calçado apresentaram alta, significância estatística, enquanto as de Guarapari, Nova Venécia e Viana apresentaram boa significância.

A maior tendência de precipitação de acordo com a inclinação foi observada para estação de Nova Venécia, seguido de Guarapari, Barra de São Francisco, Afonso Claudio, São José do Calçado, Viana, e Vitória que apresentaram uma moderada tendência de ocorrência, como se observa na Figura 2.

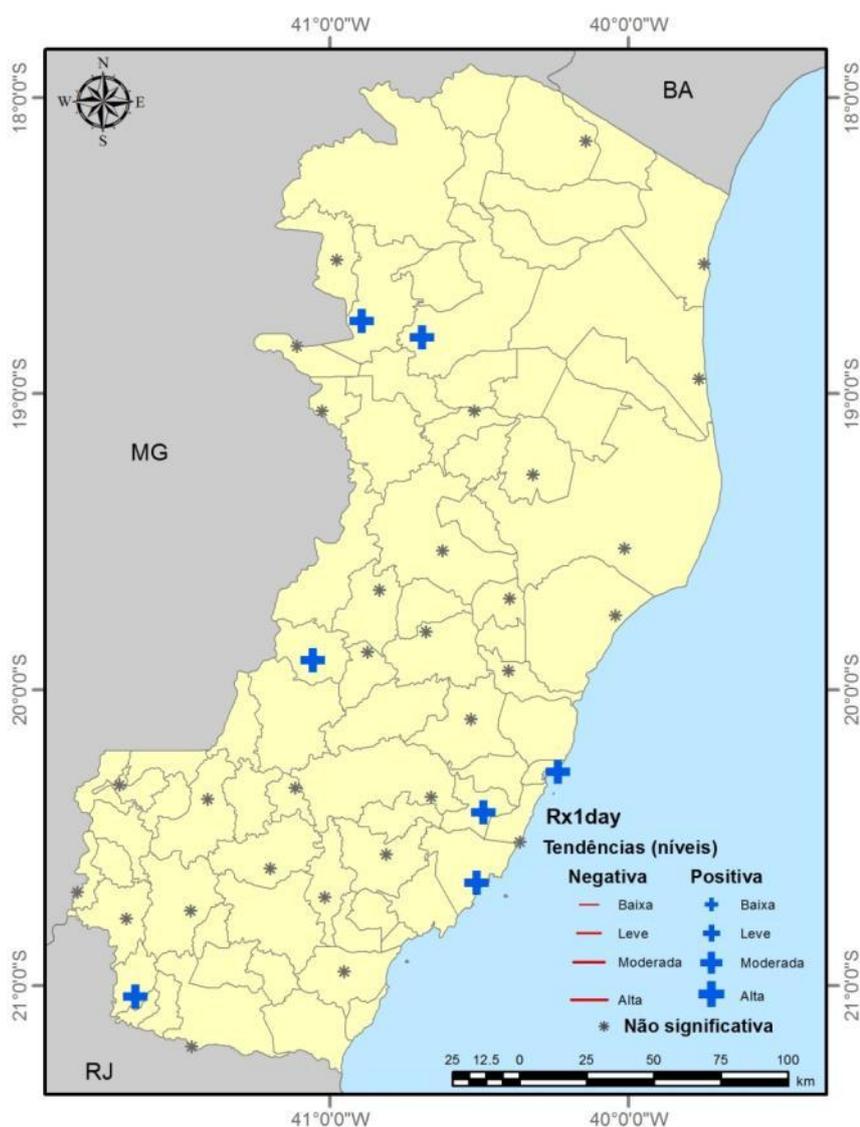


Figura 2 - Tendências do índice precipitação máxima em um dia.

HAYLOCK et al. (2006) ao avaliar extremos de chuva para a América do Sul, utilizou 16 estações no Brasil distribuídas de norte a sul. Dentre as avaliadas, 14 apresentaram tendência positiva, concordando com os resultados encontrados.

4.2 Precipitação Máxima de cinco dias

Este índice se refere à lâmina máxima precipitada em cinco dias consecutivos, que está relacionado com longas enchentes, e ao deslizamento de encostas. O alto volume precipitado vai deixar o solo encharcado e a encosta instável.

Tabela 5 - Tendência da Precipitação Máxima de cinco dias (Rx5day).

Cidades	RX5DAY		Cidades	RX5DAY	
	Pv	X		Pv	X
Afonso Claudio	0,066*	0,524	Itarana	0,323	0,34
Água Doce do Norte	0,735	0,299	Iuna	0,389	0,419
Alegre	0,969	-0,011	Linhares	0,772	0,236
Alfredo Chaves	0,811	0,106	Mantenópolis	0,675	-0,203
Aracruz	0,239	-0,588	Mimoso do Sul	0,881	0,059
Baixo Guandú	0,605	-0,131	Montanha	0,244	0,762
Barra de São Francisco	0,036*	0,951	Muniz Freire	0,483	0,277
Cachoeiro do Itapemirim	0,729	0,15	Nova Venécia	0,045*	1,27
Castelo	0,47	-0,191	Pancas	0,129	0,914
Colatina	0,205	1,133	Santa Leopoldina	0,146	0,714
Conceição da Barra	0,22	0,298	Santa Teresa	0,143	0,533
Domingos Martins	0,178	-0,753	São Gabriel da Palha	0,232	0,721
Dores do Rio Preto	0,094*	0,604	São José do Calçado	0,001*	0,916
Fundão	0,827	0,263	São Mateus	0,801	0,394
Guaçuí	0,319	-1,758	Venda Nova do Imigrante	0,044*	2,834
Guarapari	0,016*	1,138	Viana	0,052*	0,97
Ibiraçu	0,185	0,705	Vila Velha	0,042*	1,522
Itaguaçu	0,577	0,22	Vitória	0,024*	0,695
Itapemirim	0,104	0,493			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

O planejamento indevido das cidades, associados a eventos extremos, construções mal feitas e em locais de risco, tem gerado vítimas. Deve-se atentar as mudanças climáticas, pois a frequência de ocorrência desses eventos tem aumentado, e pouco se tem feito para reduzir os impactos a população.

A Tabela 5 apresenta a lâmina máxima precipitada em cinco dias. Ao analisar a tabela, observa-se 10 cidades com tendências estatisticamente

significantes, dentre as quais todas apresentaram tendências positivas, concordando com HAYLOCK et al. (2006) que, em seu estudo para America do Sul, avaliou extremos de chuva em 16 estações no Brasil e que 13 estações apresentaram tendências positivas para o mesmo índice, evidenciando a tendência de aumento na lâmina precipitada em cinco dias.

A maior tendência observada pelo o valor de inclinação foi a de Venda Nova do Imigrante, seguido por Vila Velha, Nova Venécia e Guarapari que apresentaram altos valores para RX5day. Isso pode ser um indicativo para a frequência da ocorrência de enchentes na cidade de Vila Velha. Os demais apresentaram moderada tendência positiva, como se observa na Figura 3.

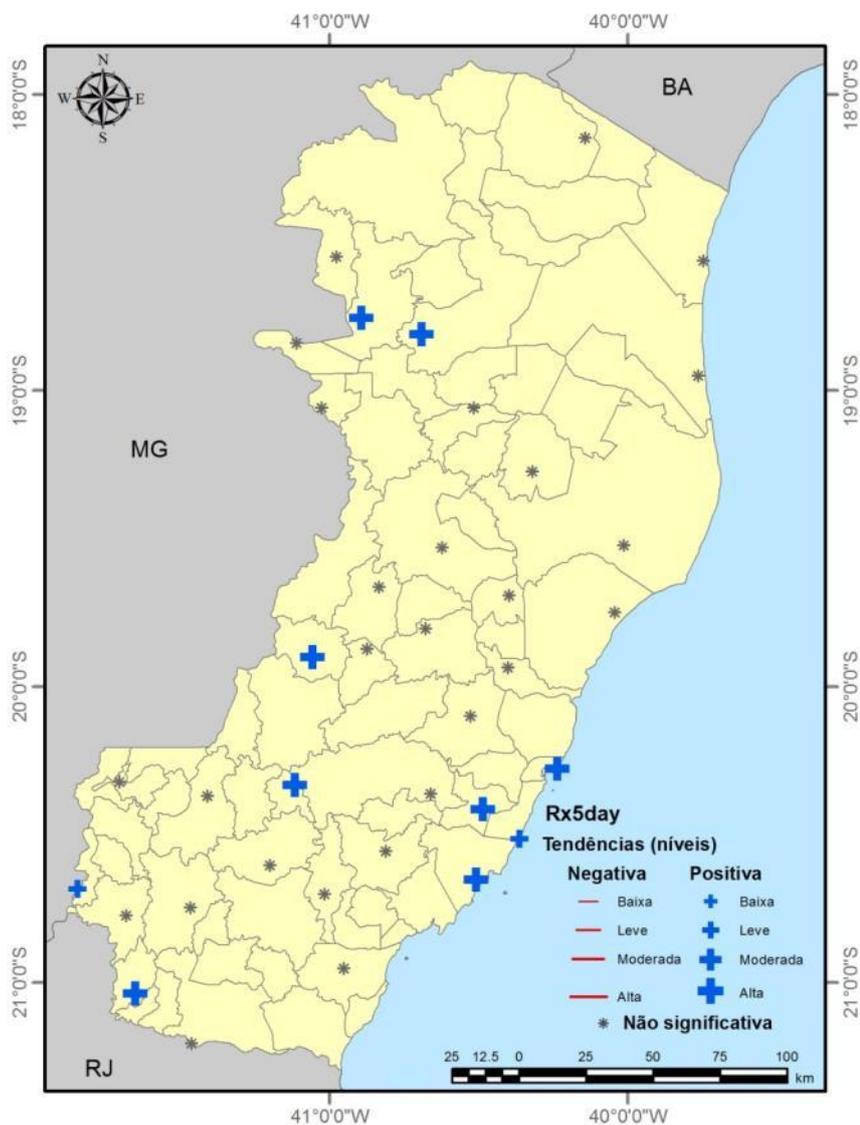


Figura 3 - Tendência de precipitação máxima em 5 dias.

Quando ao valor-p observa-se alta tendência para as estações de Barra de São Francisco, Guarapari, Nova Venécia, São José do Calçado, Venda Nova do Imigrante, Vila Velha, e Vitória, as demais apresentaram boa tendência estatística.

Deve-se ressaltar que embora todos os índices apresentem tendências significativas, a maioria deles apontam para um aumento, não devendo ser descartados.

4.3 Número de Dias de Precipitação Intensa

O número de dias de precipitação intensa quantifica o total de dias em que a lâmina precipitada atingiu valores iguais ou acima de 10 mm em um dia, valor considerado como uma chuva intensa pela Equipe de Especialistas em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (ETCCDMI).

Os valores de tendência de dias de precipitação intensa estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Tendência para o Número de Dias de Precipitação Intensa (R10mm).

Cidades	R10mm		Cidades	R10mm	
	Pv	X		Pv	X
Afonso Claudio	0,095*	-0,103	Itarana	0,346	-0,052
Água Doce do Norte	0,981	-0,004	Iuna	0,687	0,035
Alegre	0,258	-0,062	Linhares	0,579	-0,058
Alfredo Chaves	0,922	-0,008	Mantenópolis	0,42	-0,085
Aracruz	0,086*	-0,191	Mimoso do Sul	0,354	-0,056
Baixo Guandú	0,592	0,028	Montanha	0,175	-0,151
Barra de São Francisco	0,012*	0,262	Muniz Freire	0,494	0,061
Cachoeiro do Itapemirim	0,012*	-0,193	Nova Venécia	0,217	-0,128
Castelo	0,02*	-0,161	Pancas	0,761	0,047
Colatina	0,973	-0,004	Santa Leopoldina	0,138	-0,134
Conceição da Barra	0,283	-0,061	Santa Teresa	0,837	0,012
Domingos Martins	0,002*	-0,688	São Gabriel da Palha	0,539	-0,061
Dores do Rio Preto	0,014*	0,17	São José do Calçado	0,989	-0,001
Fundão	0,029*	-0,507	São Mateus	0,599	0,057
Guaçuí	0,078*	-0,729	Venda Nova do Imigrante	0,843	0,063
Guarapari	0,136	0,069	Viana	0,356	0,061
Ibiraçu	0,124	-0,095	Vila Velha	0,3	0,118
Itaguaçu	0,4	-0,056	Vitória	0,353	-0,037
Itapemirim	0,251	0,077			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

Ao analisar os dados observa-se 9 estações significativas. Dentre as significativas, 7 estações apresentaram tendências negativas as demais

apresentaram tendências positivas, como se pode observar na Figura 4. Em que, de acordo com o valor-p, as estações de Barra de São Francisco, Cachoeiro do Itapemirim, Castelo, Domingos Martins, Dolores do Rio Preto e Fundão apresentaram índices de alta significância. No qual se destaca Dolores do Rio Preto, Domingos Martins e Guaçuí, por apresentarem moderada tendência negativa. As demais apresentaram leves tendências.

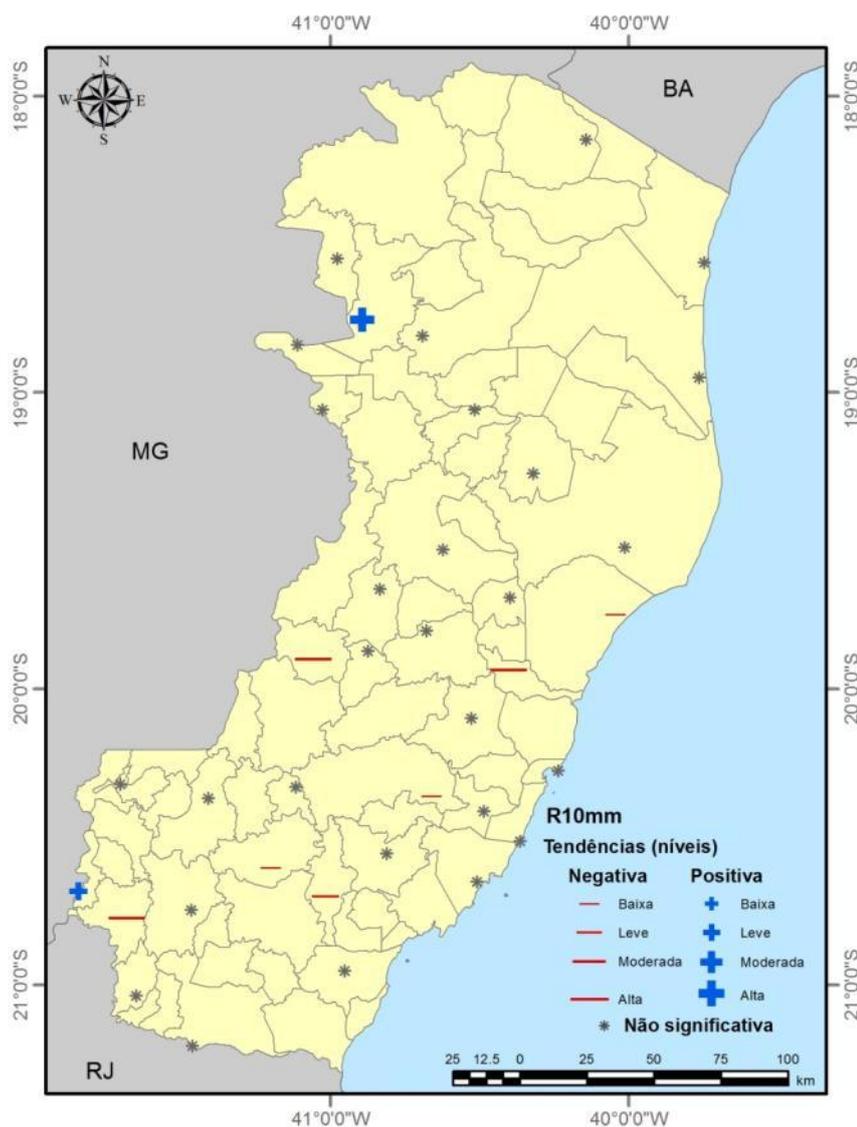


Figura 4 – Tendência de número de dias de precipitação intensa.

De modo geral, podemos dizer que houve uma tendência de redução no número de dias de precipitação intensa, discordado com o encontrado por GROISSMAN et al. (2005) que, em seu estudo indicou um aumento na frequência de chuvas intensas para o sudeste do Brasil.

4.4 Número de Dias de Precipitação Muito Pesadas

Na Tabela 7, foram apresentados os dados da tendência para o número de dias de ocorrência de precipitação muito pesadas. Neste índice é quantificado o total de dias em que a lâmina precipitada atingiu valores acima de 20 mm.

Tabela 7 - Tendência para o Número de Dias de Precipitação Muito Pesada (R20mm).

Cidades	R20mm		Cidades	R20mm	
	Pv	X		Pv	X
Afonso Claudio	0,595	-0,02	Itarana	0,896	-0,005
Água Doce do Norte	0,407	-0,09	Iuna	0,838	0,012
Alegre	0,984	0,001	Linhares	0,981	0,002
Alfredo Chaves	0,809	0,014	Mantenópolis	0,582	-0,031
Aracruz	0,292	-0,072	Mimoso do Sul	0,771	-0,011
Baixo Guandú	0,87	-0,006	Montanha	0,334	-0,068
Barra de São Francisco	0,017*	0,158	Muniz Freire	0,998	0
Cachoeiro do Itapemirim	0,207	-0,066	Nova Venécia	0,54	-0,038
Castelo	0,482	-0,027	Pancas	0,895	0,01
Colatina	0,119	0,132	Santa Leopoldina	0,356	-0,054
Conceição da Barra	0,738	-0,011	Santa Teresa	0,846	0,008
Domingos Martins	0,004*	-0,279	São Gabriel da Palha	0,951	-0,004
Dores do Rio Preto	0,042*	0,097	São José do Calçado	0,778	0,013
Fundão	0,792	-0,039	São Mateus	0,576	-0,051
Guaçuí	0,283	-0,255	Venda Nova do Imigrante	0,505	0,156
Guarapari	0,086*	0,062	Viana	0,087*	0,07
Ibiraçu	0,985	0,001	Vila Velha	0,393	0,066
Itaguaçu	0,782	-0,013	Vitória	0,712	-0,009
Itapemirim	0,028*	0,085			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

Observando a tabela acima, verifica-se que apenas 6 estações foram significantes. A de Domingos Martins se destacou ao apresentar alta significância e moderada tendência negativa, indicando uma redução no número de dias de precipitação muito pesadas. Assim como também deve-se destacar a estação de Barra de São Francisco, apresentando alta significância e moderada tendência positiva, indicando um aumento nos dias de precipitação muito pesadas. As demais apresentaram uma leve tendência positiva, como pode-se observar na Figura 5.

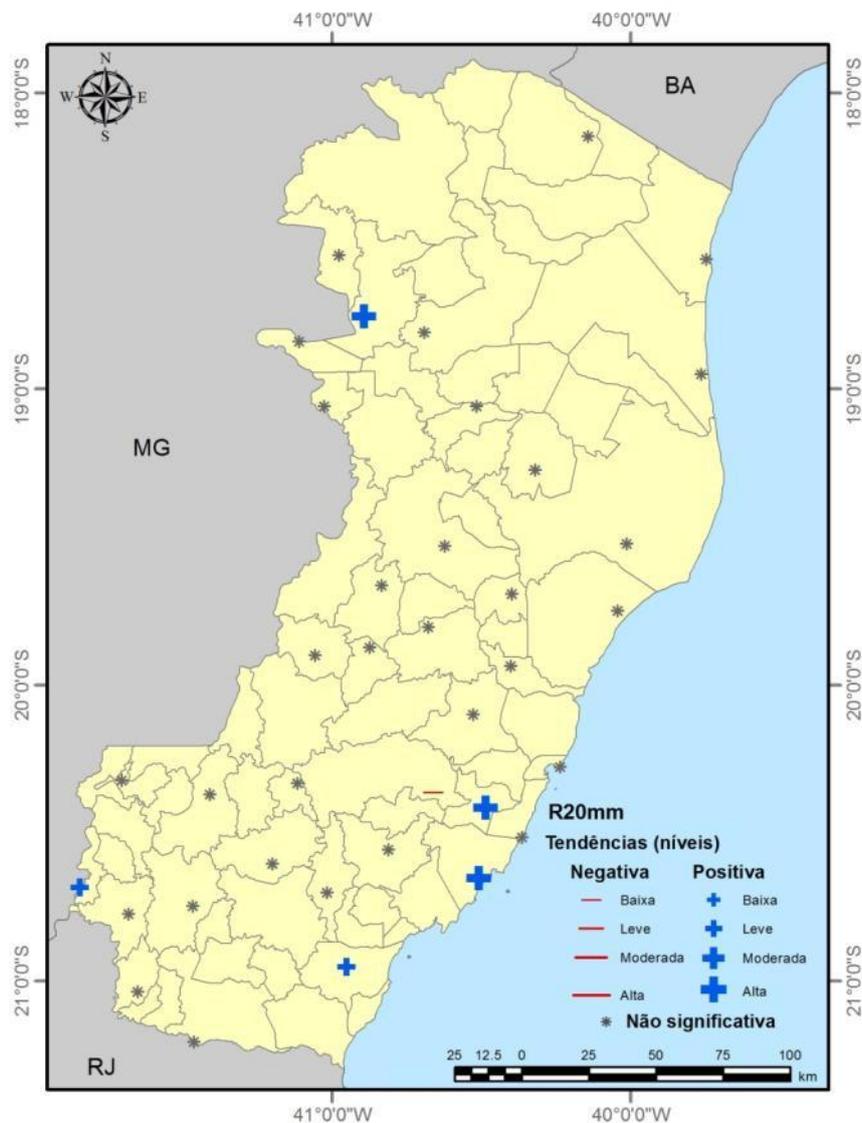


Figura 5 – Tendência de número de dias de precipitação muito pesada.

4.5 Número de dias consecutivos secos

Na Tabela 8 pode-se observar as tendências do número de dias consecutivos secos. Índice que quantifica o número máximo de dias consecutivos secos, cuja lâmina precipitada total diária é inferior a 1 mm em um determinado ano, em que representa comportamento de ocorrência dos períodos de estiagem. Referindo aos homens, o aumento do período seco faz

com que, a umidade do ar permaneça baixa, favorecendo para a ocorrência de doenças respiratórias, assim como doenças de pele e virulentas.

Tabela 8- Tendências do Índice Número de Dias Consecutivos Secos (CDD).

Cidades	CDD		Cidades	CDD	
	Pv	x		Pv	X
Afonso Claudio	0,179	-0,193	Itarana	0,766	0,032
Água Doce do Norte	0,122	-0,251	Iuna	0,919	-0,012
Alegre	0,599	-0,038	Linhares	0,471	0,089
Alfredo Chaves	0,45	-0,048	Mantenópolis	0,881	-0,05
Aracruz	0,43	-0,08	Mimoso do Sul	0,555	0,038
Baixo Guandú	0,512	0,149	Montanha	0,085*	0,205
Barra de São Francisco	0,002*	-0,432	Muniz Freire	0,077*	0,259
Cachoeiro do Itapemirim	0*	-0,327	Nova Venécia	0,89	-0,022
Castelo	0,639	-0,04	Pancas	0,718	-0,06
Colatina	0,229	-0,239	Santa Leopoldina	0,009*	0,161
Conceição da Barra	0*	0,167	Santa Teresa	0,457	0,086
Domingos Martins	0,021*	0,261	São Gabriel da Palha	0,456	0,094
Dores do Rio Preto	0,805	-0,032	São José do Calçado	0,161	0,137
Fundão	0,472	-0,084	São Mateus	0,889	-0,023
Guaçuí	0,283	0,623	Venda Nova do Imigrante	0,789	0,191
Guarapari	0,133	0,085	Viana	0,869	-0,012
Ibiraçu	0,016*	0,169	Vila Velha	0,193	0,136
Itaguaçu	0,09*	0,27	Vitória	0,154	0,049
Itapemirim	0,009*	-0,259			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

Para a agricultura os períodos de estiagem fazem com que as plantas entrem em dormência, de forma a economizar água, reduzindo seu crescimento. Além de favorecer o déficit hídrico, que dependendo da duração do período, pode levar a planta à morte. O longo período de estiagem promove a redução do volume dos rios, devido a diminuição dos níveis dos mananciais, este baixo volume dos rios afetam o abastecimento de cidades, além agricultura irrigada.

Ao analisar os dados observa-se 10 estações significativas, apresentadas na Figura 6. Dentre estas, as estações de Cachoeiro do Itapemirim e Barra de São Francisco se destacam por apresentar alta significância e moderada tendências negativas, ou seja, a precipitação está melhor distribuída para estas localidades, observando uma tendência de redução no número de dias com precipitação abaixo de 1 mm, assim como a de Itapemirim, que apresentou leve tendência negativa. Enquanto as estações de Conceição da Barra, Domingos Martins, Ibiraçu, Itaguaçu, Montanha, Muniz

Freire e Santa Leopoldina apresentaram leves tendências positivas, nos mostrando um aumento sutil no número de dias consecutivos sem precipitação.



Figura 6 - Tendência do número de dias consecutivos secos.

4.6 Número de Dias Consecutivos Úmidos

Este índice quantifica o número de dias consecutivos em que a lâmina precipitada foi maior que 1 mm por dia, no qual é possível observar a tendência dos períodos chuvosos. Na Tabela 9 está apresentada a tendência para o número de dias úmidos para as 37 localidades.

Tabela 9 - Tendência para o Número de Dias Úmidos (CWD).

Cidades	CWD		Cidades	CWD	
	Pv	x		Pv	X
Afonso Claudio	0,385	0,019	Itarana	0,857	-0,004
Água Doce do Norte	0,942	-0,004	Iuna	0,181	-0,073
Alegre	0,01*	-0,056	Linhares	0,939	0,004
Alfredo Chaves	0,105	-0,048	Mantenópolis	0,711	0,014
Aracruz	0,038*	0,094	Mimoso do Sul	0,458	-0,013
Baixo Guandú	0,927	-0,002	Montanha	0,207	-0,029
Barra de São Francisco	0,972	0,001	Muniz Freire	0,877	0,004
Cachoeiro do Itapemirim	0,006*	-0,065	Nova Venécia	0,652	0,019
Castelo	0*	-0,087	Pancas	0,171	-0,063
Colatina	0,37	-0,032	Santa Leopoldina	0,05*	0,062
Conceição da Barra	0,25	-0,015	Santa Teresa	0,82	-0,007
Domingos Martins	0*	-1,67	São Gabriel da Palha	0,873	0,005
Dores do Rio Preto	0,494	0,015	São José do Calçado	0,614	0,011
Fundão	0,032*	-0,171	São Mateus	0,176	0,071
Guaçuí	0,623	-0,222	Venda Nova do Imigrante	0,194	0,1
Guarapari	0,004*	-0,049	Viana	0,091*	0,027
Ibiraçu	0,658	0,01	Vila Velha	0,175	0,079
Itaguaçu	0,862	-0,005	Vitória	0,124	-0,017
Itapemirim	0,279	-0,017			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

Dentre os dados observa-se 9 estações estatisticamente significativas, no qual Domingo Martins apresentou alta tendência negativa, seguido de Fundão com moderada tendência, ambas foram altamente significativas. As demais estações que apresentaram leves tendências, e foram altamente significativas foram, Alegre, Cachoeiro do Itapemirim, Castelo, Fundão e Guarapari apresentaram uma leve tendência negativa, enquanto as estações de Aracruz, Santa Leopoldina e Viana apresentaram leve tendência positiva. Pode-se observar na Figura 7 que, dentre as significativas, e não significativas, predominou baixas tendências tanto positivas, como negativas.

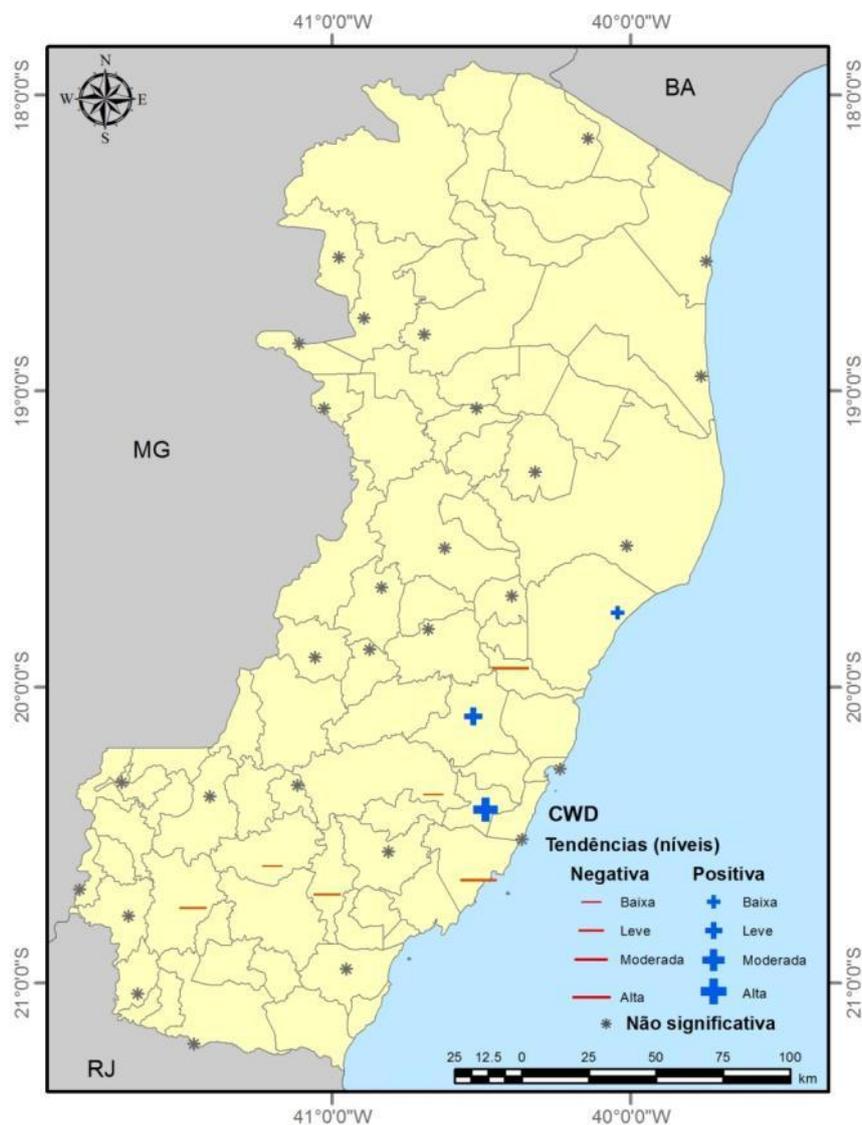


Figura 7 - Tendência do número de dias consecutivos úmidos.

4.7 Dia Extremamente Chuvoso

Este índice representa a tendência da lâmina máxima precipitada em um dia, para todo o período analisado, tendência que se refere a dias extremamente chuvosos e os extremos de chuva, caracterizando a quantidade de chuva concentrada em eventos chuvosos, que são as principais responsáveis pelas enchentes. Na Tabela 10 está apresentada a tendência para dias extremamente chuvosos.

Tabela 10 - Tendência para Dias Extremamente Chuvosos (R99p).

Cidades	R99p		Cidades	R99p	
	Pv	x		Pv	X
Afonso Claudio	0,021*	1,512	Itarana	0,142	0,912
Água Doce do Norte	0,856	-0,415	Iuna	0,707	0,305
Alegre	0,369	0,571	Linhares	0,101	-2,665
Alfredo Chaves	0,073*	-1,848	Mantenópolis	0,956	0,066
Aracruz	0,266	-1,177	Mimoso do Sul	0,863	0,135
Baixo Guandú	0,684	-0,207	Montanha	0,837	0,285
Barra de São Francisco	0,66	0,442	Muniz Freire	0,615	0,552
Cachoeiro do Itapemirim	0,147	1,219	Nova Venécia	0,162	1,848
Castelo	0,978	0,019	Pancas	1	-0,001
Colatina	0,202	1,816	Santa Leopoldina	0,808	-0,23
Conceição da Barra	0,383	0,536	Santa Teresa	0,198	0,905
Domingos Martins	0,985	-0,025	São Gabriel da Palha	0,229	1,525
Dores do Rio Preto	0,004*	1,873	São José do Calçado	0,367	0,574
Fundão	0,367	2,412	São Mateus	0,568	-1,669
Guaçuí	0,312	-4,365	Venda Nova do Imigrante	0,127	3,547
Guarapari	0,024*	1,78	Viana	0,172	1,299
Ibiraçu	0,105	1,367	Vila Velha	0,133	1,844
Itaguaçu	0,838	0,167	Vitória	0*	2,021
Itapemirim	0,121	0,972			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

Dentre as estações analisadas, 5 apresentaram valores significativos, apresentados na Figura 8. Sendo que as estações de Afonso Claudio, Dolores do Rio Preto, Guarapari e Vitória, foram altamente significantes e positivas, indicando uma tendência relevante para o aumento de lâminas máximas precipitadas em um dia, no período analisado. Dados em concordância com os observados por HAYLOCK et al. (2006) ao avaliar extremos de chuva para a América do Sul, ao apresentar tendências positivas. Porém, devemos destacar também a estação de Alfredo Chaves, quem mesmo apresentando dados com boa significância, obteve alta tendência negativa, indicando uma redução dos eventos extremos.



Figura 8 - Tendência de dias extremamente chuvosos.

Este índice chama atenção para estas localidades, pois estas tendências indicam forte aumento no valor precipitado por dia, exigindo maior cuidado na execução de projetos e obras de engenharia, e, a adoção de práticas conservacionistas de forma a evitar a degradação dos solos. Entretanto, em Alfredo Chaves este índice foi altamente negativo, o que indica uma redução nas precipitações extremas, sendo altamente benéfico para a conservação do solo, para redução do escoamento superficial, que propicia o abastecimento dos aquíferos, devido aos eventos de menor intensidade, favorecendo a infiltração, além de reduzir a intensidade e ocorrência de inundações.

4.8 Precipitação Total Anual

Este índice quantifica a lâmina total de precipitação em um determinado ano. A partir dele pode-se verificar o comportamento da precipitação anual de um determinado local. As tendências de precipitação total anual estão apresentadas na Tabela 11, e espacializada na Figura 9.

Tabela 11 - Tendência para a Precipitação Total Anual (PRCPTOT).

Cidades	PRCPTOT		Cidades	PRCPTOT	
	Pv	x		Pv	X
Afonso Claudio	0,349	1,742	Itarana	0,914	0,188
Água Doce do Norte	0,692	-2,139	Iuna	0,608	1,466
Alegre	0,807	-0,436	Linhares	0,372	-3,052
Alfredo Chaves	0,513	-1,7	Mantenópolis	0,432	-2,3
Aracruz	0,082*	-5,294	Mimoso do Sul	0,579	-1,002
Baixo Guandú	0,77	-0,487	Montanha	0,366	-3,34
Barra de São Francisco	0,031*	6,726	Muniz Freire	0,901	-0,33
Cachoeiro do Itapemirim	0,724	0,868	Nova Venécia	0,484	-2,294
Castelo	0,334	-1,701	Pancas	0,924	-0,382
Colatina	0,464	3,085	Santa Leopoldina	0,734	-0,985
Conceição da Barra	0,155	-2,391	Santa Teresa	0,849	0,351
Domingos Martins	0*	-23,659	São Gabriel da Palha	0,625	-1,494
Dores do Rio Preto	0,011*	5,125	São José do Calçado	0,807	0,566
Fundão	0,537	-4,036	São Mateus	0,846	-0,858
Guaçuí	0,151	-17,301	Venda Nova do Imigrante	0,408	8,263
Guarapari	0,145	2,655	Viana	0,158	3,377
Ibiraçu	0,858	0,375	Vila Velha	0,593	1,999
Itaguaçu	0,572	-1,312	Vitória	0,747	0,414
Itapemirim	0,048*	4,055			

Pv – p-valor; x – inclinação; * Estações estatisticamente significativas.

Verifica-se que apenas 5 estações apresentaram resultado estatisticamente significativos. Destes, observa-se dados com alta tendência e significância para Barra de São Francisco, Dorés do Rio Preto e Itapemirim, constatando um aumento na precipitação total anual. Valores que concordam com HAYLOCK et al. (2006) ao estudar extremos de chuva para a América do Sul, em que aproximadamente 90% das estações estudadas apresentaram tendências positivas. Já Aracruz e Domingos Martins apresentaram alta tendência negativa, que indica uma redução na precipitação total anual, podendo trazer prejuízo para a agricultura local, em que a redução do valor precipitado pode favorecer o déficit hídrico, reduzindo o desempenho das plantas, além de reduzir a recarga dos aquíferos, que em um futuro próximo esta região pode ter problemas devido à escassez.

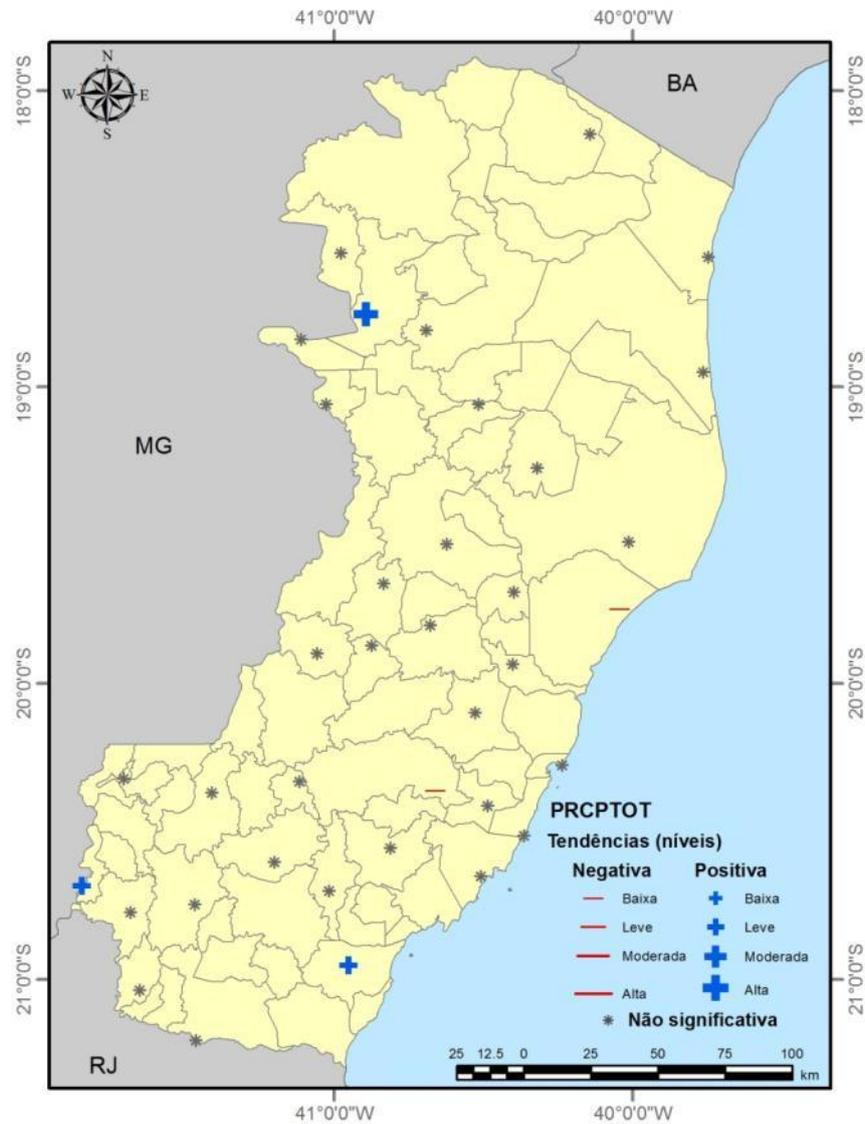


Figura 9- Localização das tendências de precipitação total anual.

Para todo o estado, foram observadas tendências, tanto positivas, quanto negativas. Para melhor relacionar os dados, estes foram dispostos na Tabela 12 proporcionando assim, melhor discussão dos dados.

Tabela 12- Índices de precipitação significantes.

Cidades	Rx1day	Rx5day	R10mm	R20mm	CDD	CWD	R99p	PRCPTOT
Afonso Claudio	+	+	-				+	
Alegre						-		
Alfredo Chaves							-	
Aracruz			-			+		-
Barra de São Francisco	+	+	+	+	-			+
Cachoeiro do Itapemirim			-		-	-		
Castelo			-			-		
Conceição da Barra					+			
Domingos Martins			-	-	+	-		-
Dores do Rio Preto		+	+	+			+	+
Fundão			-			-		
Guaçuí			-					
Guarapari	+	+		+		-	+	
Ibiraçu					+			
Itaguaçu					+			
Itapemirim				+	-			+
Montanha					+			
Muniz Freire					+			
Nova Venécia	+	+						
Pancas								
Santa Leopoldina					+	+		
São José do Calçado	+	+						
São Mateus								
Venda Nova do Imigrante		+						
Viana	+	+		+		+		
Vila Velha		+						
Vitória	+	+					+	

O município Barra de São Francisco possui precipitação média anual de 842 mm, segundo Incaper (2010). Está localizado na região noroeste do estado do Espírito Santo, considerada como seca. Apresenta problemas com déficit hídrico devido aos longos períodos de estiagem, diante disso, as tendências de aumento na precipitação total anual, juntamente com a de redução dos dias consecutivos secos, mostram uma tendência de redução destes problemas, contribuindo para a melhora da agricultura e a qualidade de vida local. Deve-se atentar também, para o aumento das tendências dos índices de precipitação máxima (RX1day e Rx5day), e para o número de dias de chuvas intensas e

pesadas (R10mm e R20mm). Dados que mostram aumento na frequência e na intensidade das precipitações, alertando por se encontrar em região de relevo ondulado e montanhoso, devendo-se ter cautela quanto ao uso do solo, e no dimensionamento e construção de obras de engenharia.

O município de Domingos Martins se encontra na região serrana do estado, possui precipitação média anual de 1200 mm, Incaper (2010). Analisando os índices para Domingos Martins, observa-se uma redução no número de dias de chuvas intensas e pesadas (R10mm e R20mm), que são benéficas à agricultura local, devido ao município estar localizado em uma região montanhosa e de topografia acidentada, que em épocas de chuvas, as práticas agrícolas insustentáveis facilitam o processo de desagregação e enfraquecimento do solo. Porém, observamos uma tendência de aumento do número de dias secos (CDD), uma redução no número de dias úmidos (CWD) e uma redução da precipitação total anual (PRCPTOT), que pode contribuir para o aumento do déficit hídrico, que tem se observado há pouco tempo para este local (Incaper 2010).

O município de Dores do Rio Preto, localizado na região do Caparaó, possui precipitação média anual de 1730 mm, de topografia predominantemente acidentada (Incaper 2010). Para este município observam-se problemas com acelerado processo de erosão, o que eleva a turbidez da água devido à alta carga de sedimentos carreados para os cursos hídricos, sendo que os principais contribuintes para estes problemas são a não adoção de práticas de manejo e conservação do solo e a topografia acidentada. Problemas estes que podem se agravar mais, ao se observar os índices para este local, que mostram tendência de aumento da lâmina máxima precipitada em cinco dias (RX5day), do número de dias de chuvas intensas e pesadas (R10mm e R20mm), e na precipitação total anual (PRCPTOT).

O município de Guarapari, localizado na região metropolitana, possui clima frio com precipitação média anual de 1800 mm (Incaper 2010). Deve-se atentar os índices estatisticamente significantes para esta localidade, nos indicando um aumento na precipitação máxima em um e cinco dias (RX1day e Rx5day), no número de dias de chuvas pesadas (R20mm) e nos dias

extremamente chuvosos (R99p), além de redução do número de dias consecutivos úmidos (CWD). Estes índices indicam um aumento na intensidade da precipitação local, e uma redução no número de dias de chuvas, dados estes que podem contribuir para a ocorrência de alagamentos, além de agravar problemas de assoreamento dos recursos hídricos observados para este local.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados para os índices, observa-se mudanças pontuais nos padrões pluviométricos. Os índices de Rx1day e Rx5day evidenciaram aumento para todas as localidades significativas, os demais apresentaram tanto tendências positivas, como negativas.

Deve-se atentar para as tendências das localidades de Barra de São Francisco, Domingos Martins, Dores do Rio Preto, e Guarapari, onde estas agravam problemas que ocorrem nesta localidade.

Apenas algumas localidades apresentaram dados significativos, o que impossibilitou na determinação de uma tendência para todo estado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, P. V.; SILVA, V. P. R. Índice de seca para a microregião do agreste da Borborema, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 9,n. 1, p. 66-72, 1994.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 4 ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 332 p. 1996.

Bates, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: **Climate Change and Water**. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp, pp 3, 4, 15-26, 9

BERNSTEIN, L.; BOSCH, P.;CANZIANI, O.; CHEN, Z.; CHRIST, R.; DAVIDSON, O.; HARE, W.; HUQ, S.; KAROLY, D.; KATTSOV, V.; KUNDZEWICZ, Z.; LIU, J.; LOHMANN, U.; MANNING, M.; MATSUNO, T.; MENNE, B.; METZ, B.; MIRZA, M.; NICHOLLS, N.; NURSE, L.; PACHAURI, R.; PALUTIKOF, J.;PARRY, M.; QIN, D.; RAVINDRANATH, N.; REISINGER, A.; REN, J.; RIAHI, K.; ROSENZWEIG, C.; RUSTICUCCI, M.;SCHNEIDER, S.; SOKONA, Y.; SOLOMON, S.; STOTT, P.; STOUFFER, R.; SUGIYAMA, T.; SWART, R.;TIRPAK, R. D.; VOGEL, C;YOHE, G. **Climate change 2007: synthesis report (IPCC 4th Assessment Report)**, 2007.

CANADIAN INTERNATIONAL DEVELOPMENT AGENCY. **RClimdex (0.9) User Manual**, 25 p., 2004.

GROINSMAN, P.; KNIGHT, R; EASTERLING, D.; KARL, T.; HEGERL, G.; RAZUVAEV, V.; (2005) Trends in Intense precipitation in the climate record. **Jornal of Climate** 18: 1326-1350.

HAYLOCK MR, PETERSON T, ALVES LM, AMBRIZZI T, ANUNCIAÇÃO YMT, BAEZ J, BARROS VR, BERLATO MA, BIDEGAIN M, CORONEL G, CORRADI V, GARCIA VJ, GRIMM AM, KAROLY D, MARENGO JA, MARINO MB, MONCUNILL DF, NECHET D, QUINTANA J, REBELLO E, RUSTICUCCI M, SANTOS JL, TREBEJO I, VINCENT L (2006) Trends in total and extreme

South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate** 19: 1490-1512.

HUNTINGFORD C, ZELAZOWSKI P, GALBRAITH D, MERCADO LM, SITCH S, FISHER R, LOMAS M, WALKER AP, JONES CD, BOOTH BBB, MALHI Y, HEMMING D, KAY G, GOOD P, LEWIS SL, PHILLIPS OL, ATKIN OK, LLOYD J, GLOOR E, ZARAGOZA-CASTELLS J, MEIR P, BETTS R, HARRIS PP, NOBRE C, MARENGO J & COX PM. 2013. **Simulated resilience of tropical rainforests to CO₂-induced climate change**. *Nature Geoscience* (4) : 268-273.

INCAPER. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural 2010. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/proater/>> . Acessado em 01 Set. 2013.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2001: The scientific basis**. Third Assessment Report. Disponível em: <http://www.ipcc.ch./publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#1>. Acesso em 15 de Mai. 2013

IPCC. **Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas**. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Paris, fevereiro de 2007.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade**. Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI (Relatório nº 1: Caracterização do clima no Século XX e Cenários Climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos Modelos Globais de Clima do IPCC). Ministério do Meio Ambiente. CPTEC/INPE. São Paulo. 2007.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global: fato ou ficção. **Ação Ambiental**, v. IV, nº 18, p. 19-21, 2001.

PGEES - Portal do Governo do Estado do Espírito Santo. **ES em Dados**. Disponível em: <http://www.es.gov.br/EspiritoSanto/Code/paginas/EspiritoSanto_em_dados.aspx>. Acesso em: 18 Ago. 2013.

SANTOS, A. C. dos. **Estimativas e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no rio grande do norte e na Paraíba**, 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande.

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B.; RAO, T. V. R.; MENEZES, H. E. A. Tendências dos índices de precipitação no estado do Ceará. **Rev. bras. meteorol.** 2009, vol.24, n.1, pp. 39-47.

XAVIER, A. F. S. X.; XAVIER, T. M. B. S.; DIAS, M. A. F. S. Evolução da Precipitação Diária num Ambiente urbano: O Caso da Cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.9, n.5, p.44-53, 1994.

ZHANG, X. G.; HEGERL, F.W.; ZWIERS, J. K. Avoiding inhomogeneity in percentile-based indices of temperature extremes. **Journal of Climate**, 2004.

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