

CONSIDERAÇÕES SOBRE A VARIABILIDADE NATURAL DAS PRECIPITAÇÕES NO ESPÍRITO SANTO E A "ESTIAGEM" NO BIÊNIO 2014/2015.

VERVLOET, Roberto José Hezer Moreira– rvervloet@usp.br
Doutor em Geografia Física – USP

RESUMO: Este artigo é o resultado de um estudo técnico-científico de caráter preliminar sobre a variabilidade natural das precipitações e a estiagem que ocorreu no Espírito Santo no biênio 2014/2015. O método utilizado foi o de realizar análise histórica dos dados de precipitação, temperatura máxima e mínima dos últimos 30 anos de registro. O cálculo do coeficiente de variação, desvio padrão e linhas de tendência desses dados, através de gráficos, também foram realizados. A conclusão é a de que os registros evidenciam a presença de uma variabilidade natural com ciclos de 4 a 7 anos de aumento das chuvas intercalados com períodos de diminuição, onde pode haver estiagens que podem ocasionar problemas sérios de acesso aos recursos hídricos e conservação da cobertura vegetal nativa.

PALAVRAS-CHAVE: precipitações, variabilidade climática, planejamento.

CONSIDERATION OF THE NATURAL VARIABILITY OF RAINFALL IN THE ESPÍRITO SANTO AND THE "DROUGHT" IN THE BIENNIUM 2014/2015

ABSTRACT: This article is the result of a technical-scientific study preliminary on the natural variability of rainfall and drought that occurred in the Espírito Santo in the biennium 2014/2015. The method used was to perform historical analysis of rainfall data, maximum temperature and minimum the past 30 years of record. The calculation of the coefficient of variation, standard deviation and trend lines such data through graphics, were also conducted. The conclusion is that the records show the presence of a natural variation with cycles of 4 to 7 years increased rainfall decrease interspersed with periods where there can be droughts that can cause serious problems of access to water resources and conservation of native vegetation.

KEY-WORDS: precipitation, climate variability, planning.

1. INTRODUÇÃO.

Nas últimas décadas o clima tem sido objeto de controvérsias políticas servindo de pretexto para políticos fundamentarem práticas sustentadas em projetos baseados em discursos sofisticados como os da "crise hídrica", "crise climática", "crise global", "crise econômica" e "crise socioambiental". Não raro, o que vemos são tentativas de delegar à natureza, ou seja, aos processos naturais toda culpa pela falta de água, pelas mazelas oriundas da falta de políticas de combate à seca e a pobreza, e da falta de planejamento que evite os "desastres naturais", as enchentes e demais calamidades públicas que tem ocorrido na sociedade.

A partir deste contexto político e levando em consideração a dinâmica variável do clima, elaboramos este artigo, que é o resultado de um estudo técnico-científico que foi realizado sobre a variabilidade das precipitações, temperatura, dinâmica das massas de ar e o fenômeno da "estiagem" no biênio 2014/2015 no Estado do Espírito Santo (VERVLOET, 2015). Tivemos como

objetivo subsidiar as ações da Gerência de Recursos Naturais do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA e o Programa Estadual de Prevenção e Combate a Incêndios - PREVINES, a partir do momento em que o governo do Espírito Santo teve como pretexto para fortalecimento de sua política de contenção de gastos sociais se fundamentar no pretensu discurso da "crise hídrica", conforme denunciemos em Vervloet (2015).

Para tal, o método utilizado foi o de realizar a análise histórica de registros de dados (precipitações, temperaturas máximas e mínimas) coletados em estações meteorológicas distribuídas pelo Estado; com o intuito de identificar a *variabilidade natural* das precipitações, em função de sua dinâmica no curto e médio prazo, e, em relação às linhas tendenciais identificadas. Assim sendo é possível observar como a estiagem desse biênio é um momento da dinâmica natural do clima – desmistificando o discurso de crise hídrica – e, ao mesmo tempo tornando mais evidente o comportamento histórico climático das chuvas para planejamento de ações futuras nas políticas públicas, levando-se em consideração essas linhas tendenciais, evitando-se gastos públicos e medidas que não serão de todo modo muito efetivas no combate aos problemas advindos de estiagens, tendências de médio e curto prazo e ações equivocadas.

2. MÉTODO DE ESTUDO

O método de estudo que subsidiou a realização desse trabalho se baseou na análise histórica dos registros de precipitação acumulada ao longo do ano, taxas anuais de temperatura máxima, mínima, linhas de tendência, desvio padrão e cálculo do coeficiente de variação da precipitação (ASSIS, et. al., 1996). A análise dos dados foi realizada através da geração de gráficos, onde foi possível elaborar o cálculo do coeficiente de variabilidade e identificação de ciclos de variabilidade, além da verificação de linhas tendenciais de aumento ou diminuição da precipitação.

Este estudo não procurou identificar a dinâmica de variabilidade da precipitação com fatores climáticos globais, tais como El Nino, La Nina, Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), modificações paleoclimáticas, entre outros. Tal pesquisa será realizada em fase posterior com outros dados. Aqui, o que foi realizado é o levantamento e identificação estatística dos dados para efeito de análise de suas variações, a fim de conhecer a dinâmica de variabilidade da precipitação e o comportamento histórico da estiagem. Para efeitos de demarcação terminológica o ano com "estiagem" (ano seco) é considerado, neste trabalho, como o período em que, durante o registro da série, ocorrem anos com menores índices de chuva, com sua conseqüente má distribuição no espaço e no tempo.

Na geração dos gráficos de precipitação acumulada as linhas tendenciais foram identificadas por visualização, observado pelo comportamento cíclico do dado revelado através desses gráficos. Concomitantemente, também, foi aplicado o cálculo estatístico do coeficiente de variação, conforme Assis *et. al.* (1996), com o objetivo de identificar o grau de variabilidade dos dados e linhas tendenciais ao longo de toda a série histórica. O cálculo desses índices seguiu as equações:

$$CV = \frac{100.S}{\bar{X}}$$

onde CV é o coeficiente de variação, expresso em porcentagem, S é o desvio padrão e \bar{X} é o valor médio. A equação que expressa a reta de Regressão Linear é descrita por $y = a + b.x$, em que o coeficiente linear " a " estabelece a posição aonde a reta corta o eixo das ordenadas (y) e o coeficiente angular " b " é a tangente trigonométrica do ângulo formado entre a linha da abscissa (x) e a reta ajustada pela regressão linear. A variável y é denominada de dependente e a variável x de explanatória ou independente. Desta forma a linha de regressão linear evidencia a tendência de longo prazo da série de registro.

Os dados foram compilados de estações meteorológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e de boletins de informação meteorológica do INCAPER. Para essa coleta foram adotados os seguintes critérios: trabalhar com dados que tivessem as séries mais longas possíveis de registro, de forma a obter maior representatividade da variabilidade natural da dinâmica da precipitação (últimos 30 anos); procurar preencher as séries que possuem buracos no registro, conforme procedimentos estatísticos recomendados em Milanese e Galvani (2003); e obter dados de séries coletados em estações distribuídas por todo o Estado possibilitando a maior representatividade territorial possível dos dados representado pelos diferentes tipos climáticos.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E A SUA CLIMATOLOGIA DINÂMICA.

O local de realização do estudo foi o Estado do Espírito Santo que possui uma situação geográfica, fig. (01), que pressupõe, de imediato, reconhecer o ritmo dinâmico e a história dos avanços e recuos das massas de ar responsáveis pelos sistemas produtores de tempo.

Neste sentido a abordagem a partir da climatologia dinâmica pressupõe não somente realizar a caracterização climática, mas, principalmente, de entender os sistemas que respondem pelos diferentes tipos de tempo (MONTEIRO, 1969 e 1973) estabelecendo conhecimentos sobre sua dinâmica hidrológica e hidrometeorológica, além do comportamento estatístico dos dados que possibilitam entender sua variabilidade. Por uma questão didático-conceitual evitaremos classificar o clima do Estado com base na tipologia existente na literatura.

Neste trabalho, o conceito de variabilidade natural do clima adotado é o mesmo definido por Christofletti (1991), que apoiado nos estudos de Trilsbach e Hulme (1984), Goossens e Berger (1986) definem *variabilidade climática* como sendo a maneira pela qual os elementos climáticos variam em uma dada série histórica de registro, podendo ser mais bem expressa por parâmetros estatísticos relacionados ao estudo do desvio padrão e coeficiente de variação de séries temporais contínuas.

Para se entender um pouco a climatologia dinâmica de um território como o do Estado do Espírito Santo, devemos ter uma noção geral dos padrões de comportamento dinâmico dos principais sistemas de circulação atmosférica que atuam sobre o Estado, pois o clima capixaba é o resultado desse jogo de massas de ar ao longo do tempo, mas também das características geográficas (orografia e maritimidade) que atuam entre si, respondendo por uma *variabilidade natural climática* em termos de elementos climáticos que muitas vezes não é considerada nas ações de planejamento por parte dos órgãos de Estado.

Três sistemas principais de circulação atmosférica vão atuar e determinar os tipos climáticos e quadros de tipos de tempo ao longo do ano, no Estado. Nimer (1972) considerava como correntes de circulação, mas preferimos considerá-los como sistemas dinâmicos de circulação, a saber: *sistemas de circulação dinâmico de Sul*, *sistemas de circulação dinâmico de E* e *sistemas de circulação dinâmico de W*. No mapa da fig. (01) é possível observar a extensão territorial e geográfica desses sistemas sobre o Estado.

Os *sistemas de circulação dinâmicos de S* (FPA - Frente Polar Atlântica) são representados pela invasão de anticiclones polares (frentes frias), ocorrendo no Estado em períodos determinados nos meses que vão de outubro a março, meses de temperaturas quentes e trazendo chuvas mais ou menos abundantes, que caracterizam a sua passagem. Esse sistema anticiclônico é de origem polar, portanto, seco e frio, no entanto, o seu "choque" com outros sistemas de características distintas responde pela formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul que provoca as linhas de instabilidade causadoras das precipitações.

Durante a primavera e o verão estes sistemas conseguem, devido ao recuo das frentes originadas da massa tropical continental, provocar chuvas no norte e interior do Estado. Já no inverno esta frente polar consegue atingir com mais frequência o litoral, enquanto o interior sofre a ação da alta tropical com tempo estável, provocando chuvas pontuais no litoral e estação mais amena no interior, conforme Nimer (1966, 1971 e 1972). Esse sistema responde, também, por fortes chuvas orográficas que originam a partir do encontro dessas massas polares com o relevo presente na fachada atlântica da Região Serrana, respondendo por altos índices pluviométricos nesses setores.

Os *sistemas de circulação dinâmicos de W*, considerados como um sistema de circulação secundária possui atuação espacializada pelo interior do Estado entre o final de outono (março - junho) e o início da primavera (junho - dezembro). Esse sistema é também responsável pelas chamadas linhas de *instabilidade tropicais* (IT) (NIMER, 1972). Durante o verão sua presença torna-se mais comum, produzindo chuvas e trovoadas, além de ventos moderados nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Essas chuvas estão aliadas ao choque derivado do encontro com a Frente Polar Atlântica (FPA), quando os dois sistemas de propriedades diferentes, um quente e úmido, outro frio e seco, originam ciclones, condicionando um período de tempo mais instável pelo

interior do Estado. Fato que ocorre com mais frequência nas regiões situadas mais a leste do sudeste brasileiro.

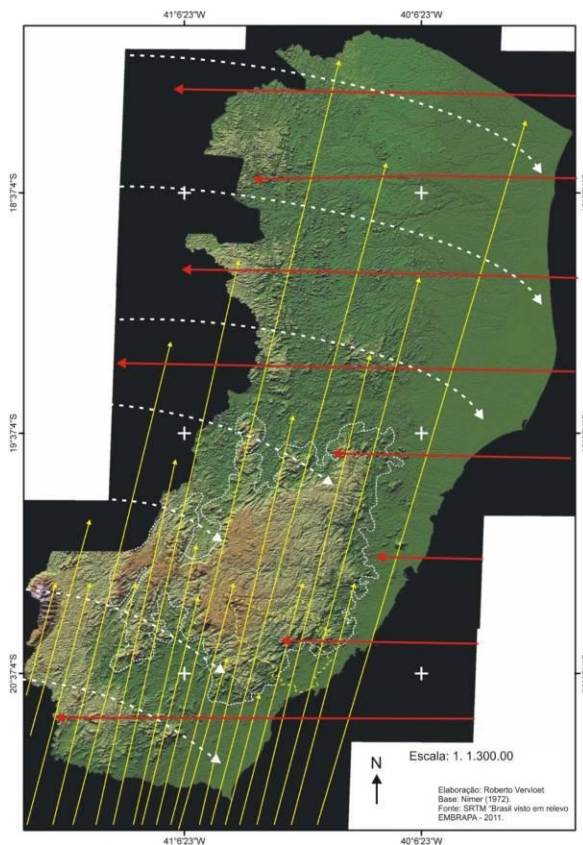


Figura 01 – Mapa dos sistemas de circulação atmosférica atuantes sobre o Estado, baseado em Nimer (1972). Linha em seta amarela – sistemas de circulação de sul (Frente Polar), linha em seta vermelha – sistemas de circulação de E, linha em seta branca pontilhada – sistemas de circulação de W. Linha branca pontilhada e contínua – Região Serrana do Estado. O adensamento das linhas significa maior frequência do sistema.

Este choque de massas de ar de diferentes propriedades térmicas, a partir do mês de novembro, é o que causa as variações acentuadas dos dados de precipitação no Estado. Ele responde por chuvas de inverno ao longo da fachada sul-oriental do Brasil e pelas linhas de instabilidades que provocam os grandes índices de chuvas (MONTEIRO, 1973).

Os *sistemas de circulação dinâmicos de E* possuem maior atuação ao longo do litoral nos períodos de inverno e, secundariamente, no outono, tendo atuação esparsa durante a primavera e o verão sendo, às vezes, de ocorrência rara. Estão associadas aos anticiclones tropicais, sob a forma de ondas que caminham para oeste, constituindo uma espécie de *pseudo-frentes* (NIMER,

1972). Provocam chuvas relativamente abundantes no litoral, com diminuição de sua força à medida que se penetra para o interior.

A atuação desses sistemas pelo Estado não obedecem a critérios rígidos, vindo a variar de um ano para o outro e entre os anos de uma série histórica ou normal climatológica, podendo, também, possuir ampla variação no espaço considerado. Fatores como latitude, orografia, circulação atmosférica e maritimidade, respondem pela regularidade diferencial dos elementos climáticos, condicionando uma relativa distribuição e intensidade de ambos. Fato que define a dinâmica e a distribuição das precipitações pelo Estado, fig. (02).

O que ocorre por todo a Região Sudeste, em termos de características da dinâmica climática e atuação dos três sistemas de circulação atmosférico, repetem-se, em menor escala, no Espírito Santo, que é um Estado que pode ser considerado como uma zona de transição em termos de tipologia climática que são características da Região Sul e Nordeste do Brasil. Durante o inverno (meses de junho – agosto), as chuvas diminuem acentuadamente, ao mesmo tempo em que, a zona litorânea recebe relativas contribuições de precipitação. Após o inverno e chegada do verão (meses novembro – março), as chuvas se distribuem significativamente, chegando a alcançar também a parte mais ao norte do Estado e atingindo toda a Região Serrana e Centro-Sul.

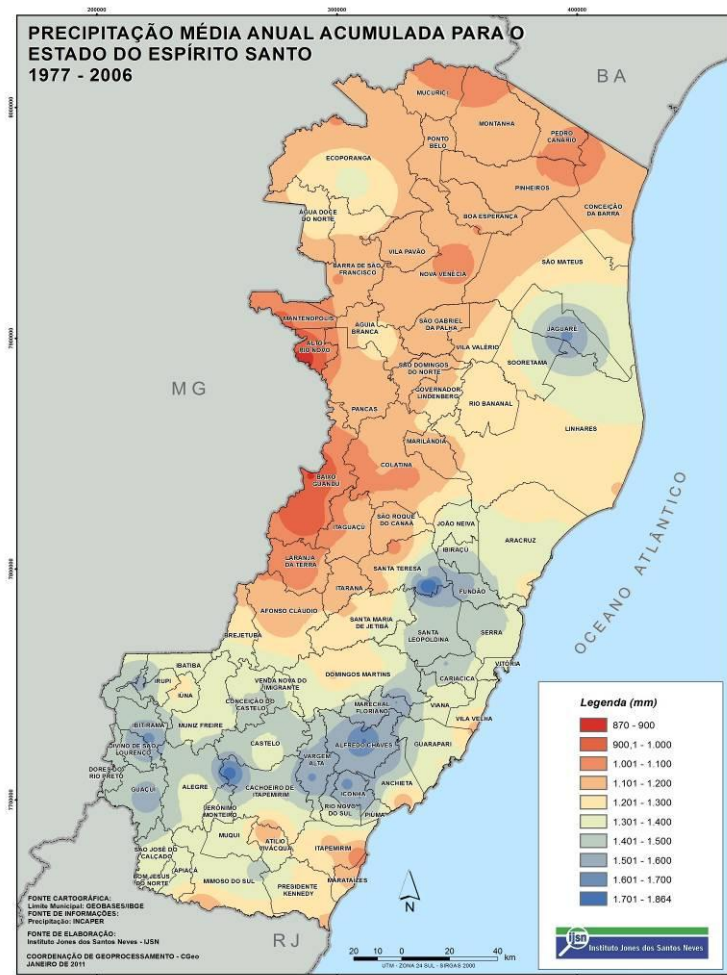


Figura 02 – Mapa com a distribuição das precipitações no Espírito Santo. Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (2011).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Com base nos critérios estabelecidos para escolha dos dados foram selecionadas 08 estações meteorológicas pelo Estado, a saber: estação de Alegre, Alfredo Chaves, Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Vitória, Linhares, São Mateus e Ecoporanga. Estão distribuídas por todo o território do Espírito Santo, conforme é possível observar no mapa da fig. (03), tendo como objetivo, também, abordar os diferentes tipos climáticos presentes no Espírito Santo. Por uma questão de sistematização e melhor compreensão dos sistemas produtores de tempo no Estado, a análise dos dados inicia-se nas estações que estão no sul em direção ao norte. Desta forma, tendemos a ter melhor percepção da atuação dinâmica do principal sistema que atua no Estado (sistemas de circulação dinâmicos de sul).

A primeira estação analisada foi a de Alegre, com os gráficos de precipitação acumulada anual e de temperatura máxima e mínima, fig. (04 e 05). Observando estes dois gráficos é possível perceber na região da estação a presença de ciclos (4 e 7 anos) alternados de maiores e menores quantidades de chuva, com aumento linear acentuado das taxas de precipitação na transição entre períodos mais secos (anos com menores índices de chuva) para períodos mais chuvosos (anos com maiores índices de chuva).

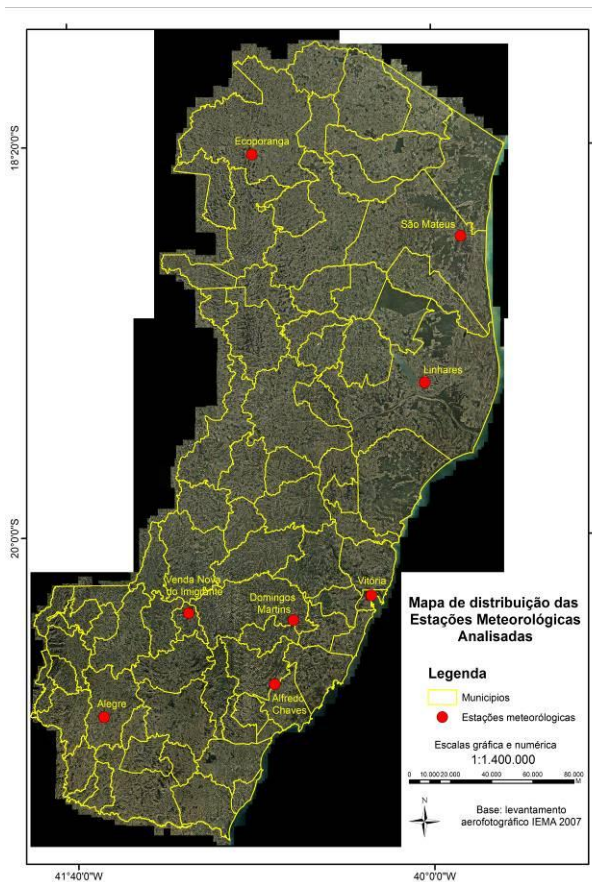


Figura 03 – Mapa das estações meteorológicas analisadas e distribuídas pelo território estadual. Elaboração: Roberto Vervloet.

Nota-se que a linha amarela com transição de ano seco para ano mais chuvoso é acompanhada de maior declividade, ao passo que a linha verde indicativa de queda na precipitação, a partir de ano chuvoso em direção ao mais seco, se apresenta com menor declividade.

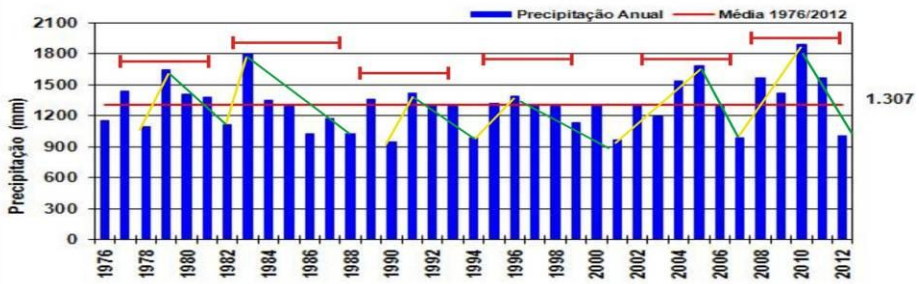


Figura 04 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de Alegre. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Isso infere que nesta região o fim do ciclo de variabilidade das precipitações é sempre acompanhado de ano seco com aumento exponencial da chuva no ano posterior (biênio 1978-1979, 1982-1983, 1990-1991 e 2000-2001).

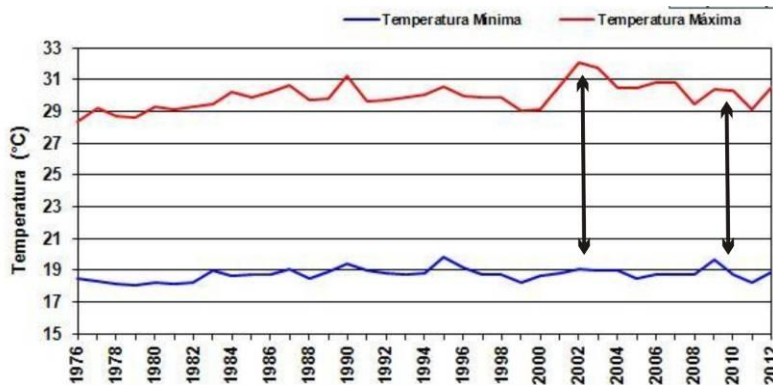


Figura 05 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de Alegre. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Com relação à linha de variação da temperatura máxima e mínima (fig.05) observa-se que no fim dos períodos mais secos ocorre discrepância com relação à temperatura máxima e mínima. Fato que caracteriza, em geral, anos secos com possibilidade de ocorrência de geadas e má distribuição das precipitações tanto no tempo quanto no espaço. Trata-se de uma regularidade da variabilidade natural que se nota no comportamento dos dados ao longo da série analisada.

Olhando o gráfico da fig. (06 e 07) da estação Alfredo Chaves veremos esse mesmo comportamento cíclico, porém dotado de maior variabilidade dos dados de chuva. Os ciclos alternados de chuva nesta estação meteorológica são de maior variabilidade com linha amarela mais acentuada em relação a linha vermelha, indicando maior discrepância entre a mudança de período seco para chuvoso, ao passo que do período mais chuvoso para o seco, tem-se ligeira declividade. Entretanto, observam-se picos de chuva nos anos 1984 e 2005,

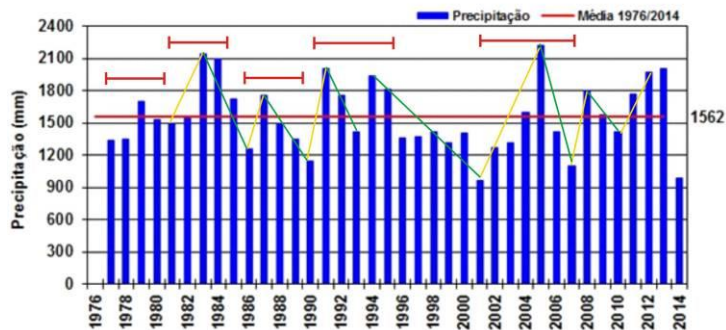


Figura 06 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de Alfredo Chaves. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

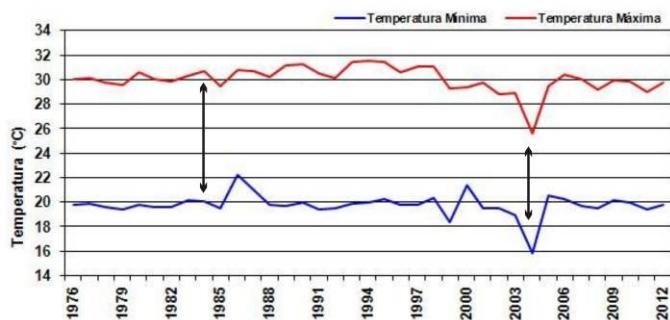


Figura 07 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de Alfredo Chaves. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

seguidos de anos de queda nas precipitações. Os anos em que há diminuição das precipitações são seguidos com aumento da discrepância entre média de temperatura máxima e mínima, como se observa pelo gráfico da fig. (07).

Essa variabilidade maior dos índices de precipitação está associada às características geográficas da região onde se encontra a estação que, neste caso, sofre forte interferência da Região Serrana do Estado pelo efeito de orografia. A orografia é um importante elemento definidor dos efeitos da dinâmica rítmica das massas de ar nesta região do Estado e, em geral, são negligenciados na análise climática.

Esse efeito orográfico da Região Serrana sobre o jogo das massas de ar que respondem pelas precipitações é ligeiramente menos acentuado na estação de Domingos Martins, fig. (08 e 09).

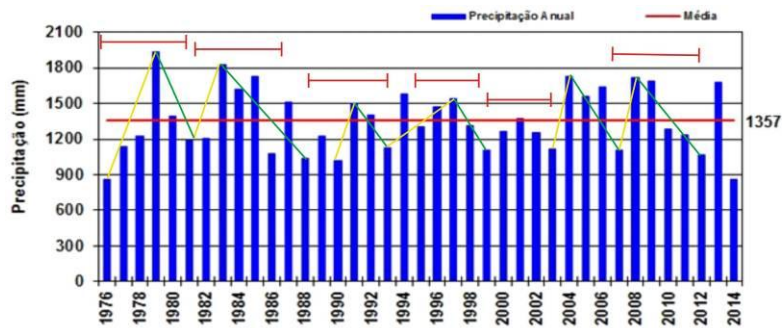


Figura 08 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de Domingos Martins. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

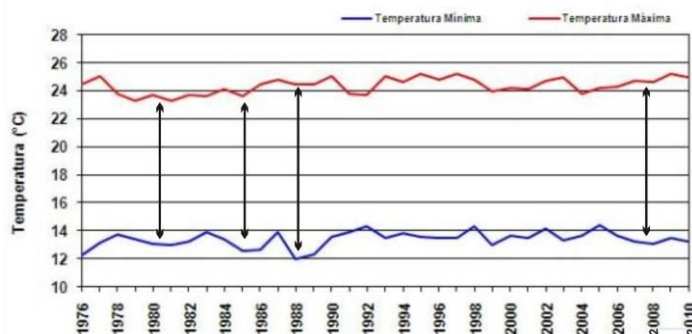


Figura 09 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de Domingos Martins. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

No entanto, essa estação não se encontra na borda da Região Serrana, como a estação anterior, mas próxima ao topo do planalto que caracteriza essas serras. Isso infere que o efeito orográfico na dinâmica e distribuição das chuvas é menos acentuado do que na estação anterior, podendo se visualizar ciclos mais regulares, sem picos tão discrepantes, como visto na estação de Alfredo Chaves. Nota-se a regularidade dos ciclos de chuvas nos anos 1995-1999 e 1999-2003 e a declividade, também regular, da linha verde que caracteriza período de ano chuvoso para menos chuvoso, onde podem ocorrer recordes de temperatura fria, geadas e má distribuição da chuva.

Como ocorrem nas outras estações as linhas de temperatura máxima e mínima irão se distanciar nos anos mais secos, em geral, como aconteceu em 1981, 1986, 1988 e 2007, só para título de exemplo. Isso infere anos com probabilidade de ocorrência de expansão da estação seca dentro do ano civil onde ocorrem, muito provavelmente, geadas e outros fenômenos de inverno, como dito anteriormente.

Os gráficos das figuras (10 e 11) da estação meteorológica de Venda Nova do Imigrante irão confirmar a menor influência da orografia conforme a posição geográfica da estação no planalto da Região Serrana.

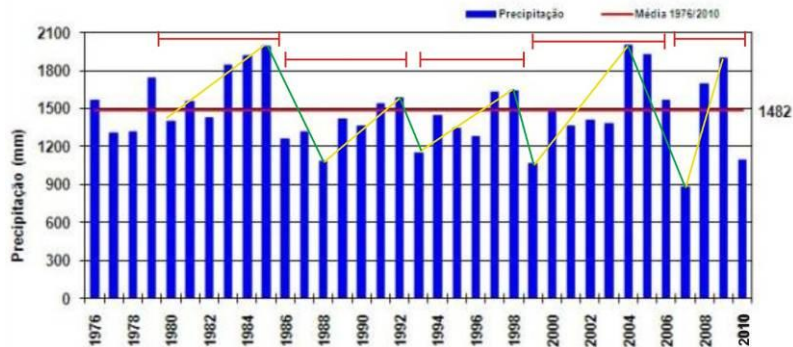


Figura 10 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de Venda Nova do Imigrante. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Observa-se por este gráfico que a variabilidade dos dados vai seguir uma oscilação parecida com o gráfico anterior.

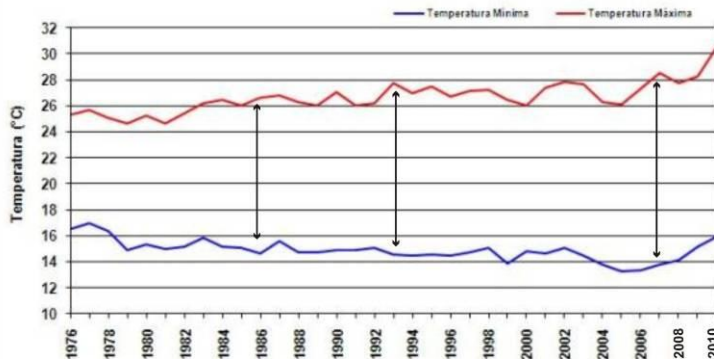


Figura 11 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de Venda Nova do Imigrante. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

A posição geográfica mais para o interior da Região Serrana auxilia explicar como o efeito orográfico do planalto, neste caso, vai diminuindo à medida que se segue para o interior desta região. Nota-se a periodicidade do ciclo de chuvas nos anos 1988-1992, 1993-1998, 1999-2004. Interessante notar o que ocorre com o gráfico das linhas de temperatura máxima e mínima nos anos de finalização do ciclo de maiores índices de chuva para os de menores chuvas. Observa-se que, neste caso, as linhas se distanciam de forma bem significativa, como nos anos 1986, 1993 e 2007, somente como exemplo. É possível notar, também, que ao longo da série de registro há distanciamento

das linhas, evidenciando como a média de temperatura máxima vem se tornando maior em detrimento da diminuição da média de temperatura mínima. Uma tendência facilmente identificável pela simples visualização do gráfico. Trata-se de uma discrepância que necessita de uma análise em outros termos.

A próxima estação a ser apresentada é a de Vitória nas figuras (12 e 13) que diferentemente das outras estações evidencia uma periodicidade da variabilidade climática natural mais interessante em comparação a outras estações analisadas.

Observa-se uma pronunciada regularidade dos ciclos com índices maiores de chuvas, seguidos com ciclos de diminuição das precipitações, principalmente no intervalo entre 1986 - 2007, numa regularidade marcante com ciclos que vão de 4 a 6 anos de aumento e de diminuição dessas precipitações. Interessante notar como ocorre, também, regularidade temporal dos ciclos nas diferentes décadas analisadas, em especial nos anos da década de 1980 e 1990.

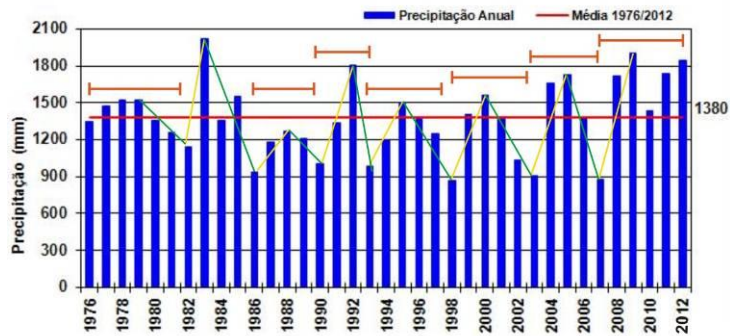


Figura 12 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de Vitória. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

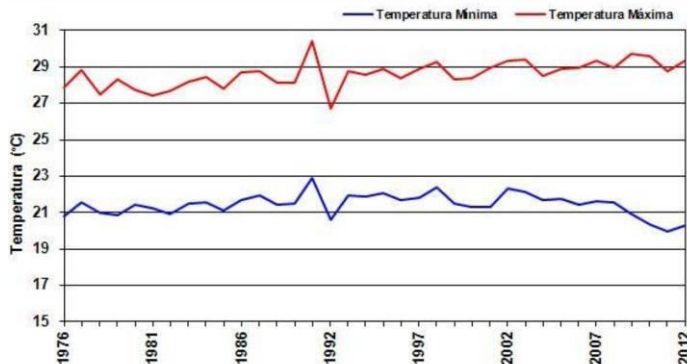


Figura 13 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de Vitória. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

As linhas de queda e aumento das precipitações ao longo da série de registro evidencia que anos com muita chuva sempre é seguido com queda

abrupta nas precipitações, acompanhado por anos em que ocorre aumento gradual dos índices. Não se verifica como nas estações de Alfredo Chaves e Domingos Martins incidência acentuada da variabilidade no comportamento das precipitações, embora haja picos bem discrepantes nos anos 1983, 1992 e 2013 este último não indicado no gráfico.

Com relação ao gráfico da fig. (13) não há identificação significativa de anos em que houve discrepância nas duas linhas. Nota-se que também há importante regularidade em que o comportamento de linha de temperatura média máxima é similar ao da linha de temperatura mínima. É importante relatar que a estação de Vitória demarca a dinâmica climática da região metropolitana e está na linha de costa, ou seja, fora dos efeitos orográficos da borda do planalto da Região Serrana. Esse fato tem grande importância na tentativa de se compreender a variação desses dados, além do efeito da maritimidade e latitudinal.

A próxima estação analisada é a de Linhares nas figuras (14 e 15).

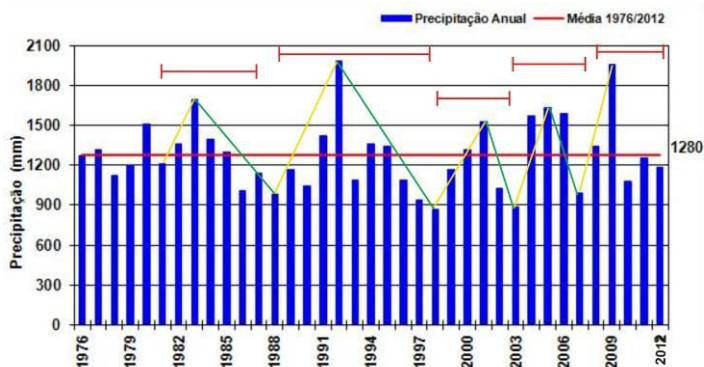


Figura 14 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de Linhares. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

O comportamento das precipitações nesta região denota forte variabilidade com picos discrepantes e ciclos mais longos de aumento e diminuição das chuvas, seguidos de ciclos mais curtos. Entretanto, nota-se que entre 1991 a 2007 ocorre importante regularidade nos ciclos de chuva, muito parecidos com o que ocorre na estação de Vitória, exceção seja feita aos anos 1992 e 2009 que apresentam picos que puxam o índice bem acima da média histórica.

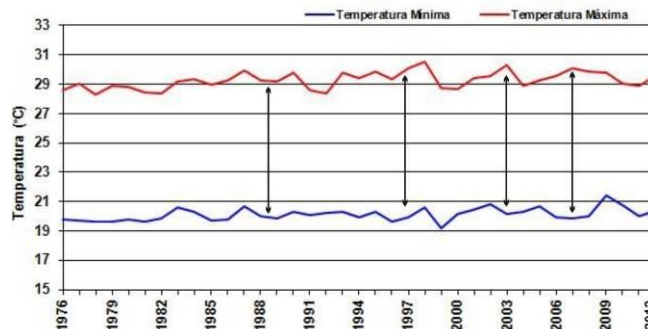


Figura 15 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de Linhares. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Esse comportamento pode ser entendido pelo efeito que o fator maritimidade provoca no comportamento e dinâmica das massas de ar dos sistemas de circulação de leste nestas regiões, além de fatores de escala global (El Nino e oscilação da temperatura do Oceano Pacífico e Atlântico Norte). Embora Linhares esteja relativamente afastada da zona costeira, a região é plana e sem influência da orografia. Questão que pressupõe menos interferência no avanço e recuo das massas de ar.

É possível observar também que as linhas tendenciais de queda das precipitações (linha verde) e de aumento (linha amarela) possuem configurações muito parecidas evidenciando que o aumento e diminuição das precipitações possuem comportamento similarmente variável.

Com relação ao gráfico das linhas de temperatura máxima e mínima observa-se que nos anos que os ciclos de chuva diminuem é possível notar distanciamento nas linhas como ocorre em outras estações. Entretanto, na estação de Linhares esse fator é mais preponderante, evidenciando a periodicidade dos ciclos com menos chuva alternado com ciclos de maiores índices de chuva, refletindo de modo mais pronunciado nas linhas de temperatura máxima e mínima.

Na estação de São Mateus nos gráficos das figuras (16 e 17) é possível observar a presença de ciclos mais longos de aumento das chuvas, nos anos 1976-1985 e 1992-1996, seguidos de picos com ciclos mais curtos entre 2000 e 2010. Neste último período percebemos a diminuição mais regular da chuva após ano de aumento do índice com queda menos acentuada da linha verde, ao passo que a linha amarela pontua forte discrepância na passagem de um ano menos chuvoso para o mais chuvoso. Essa configuração do gráfico de precipitação em uma estação que se localiza na região norte do Estado e próximo a zona costeira evidencia o quanto a variabilidade natural dos índices de precipitação aumentam, na medida em que caminhamos do sul em direção ao norte do Espírito Santo, tendo a maritimidade e a ausência da orografia como fatores que sempre precisam ser considerados na análise, além, é claro, da posição latitudinal da estação.

Pelo gráfico das linhas de temperatura média anual máxima e mínima (fig. 17) se observa, também, como vem ocorrendo nas outras estações, o distanciamento entre as linhas designativas da temperatura média anual

máxima com a mínima. Nota-se como nos anos 1987, 1997 e 2007 há desvios acentuados entre as duas linhas.

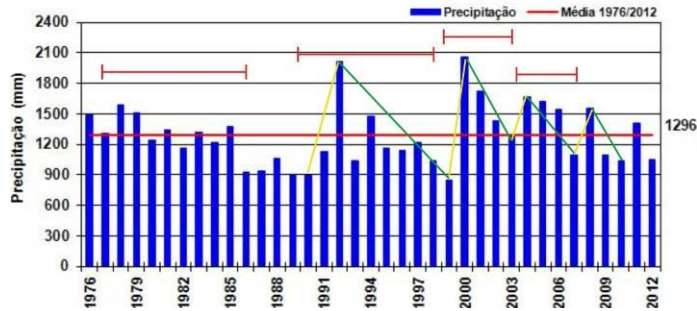


Figura 16 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de São Mateus. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Fato que evidencia que a variabilidade dessas linhas, além da discrepância temporal entre elas, aumenta nos tipos climáticos que caracterizam o clima do norte do Estado. Ou seja, um clima com forte predominância do aumento da variabilidade dos índices de precipitação.

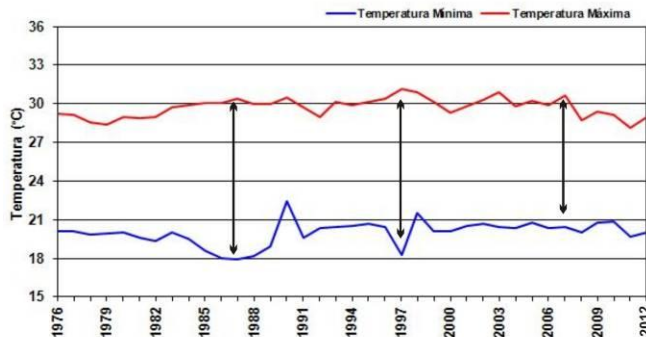


Figura 17 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de São Mateus. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Por fim os gráficos das figuras (18 e 19) irão confirmar o grau de maior variabilidade no comportamento das precipitações na região mais ao norte do Estado, na estação de Ecoporanga.

Analisando este gráfico fica evidente a tendência, manifestada pelas estações anteriores, da presença de ciclos mais longos de aumento das chuvas, seguidos de ciclos mais curtos, em que ocorrem picos bem acentuados na passagem de um período com maiores índices de chuva para os de menor precipitação. É interessante notar que a estação de Ecoporanga se situa bem mais para o interior do Estado, ao noroeste, onde há características de tipos climáticos associados a um padrão de clima subúmido.

Neste sentido é perfeitamente compreensível como os dados vão evidenciando o aumento da variabilidade natural das precipitações, na medida em que saímos do sul em direção ao norte do Espírito Santo, onde a região irá

possuir tipos climáticos característicos de áreas subúmidas. Nota-se que nesta estação a discrepância entre anos secos e chuvosos é o maior observado até agora, principalmente entre 1988 e 1992.

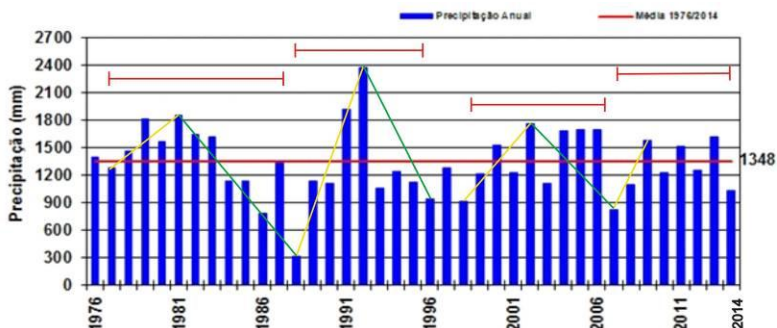


Figura 18 – Gráfico de precipitação acumulada anual e média de chuva histórica. Estação de Ecoporanga. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Com relação ao gráfico das temperaturas máxima e mínima é possível notar o distanciamento das linhas (anos 1987 e 1996), como observado nas outras estações, ocorrentes nos ciclos onde há diminuição das chuvas.

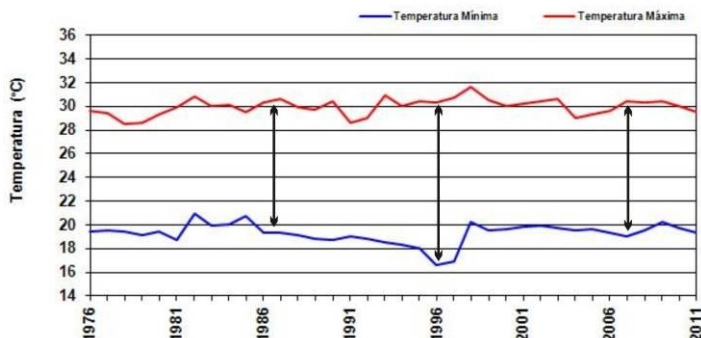


Figura 19 – Gráfico da temperatura máxima e mínima da estação de Ecoporanga. Fonte: modificado de INCAPER (2015). Elaboração: Roberto Vervloet.

Entretanto, poderíamos pensar que nos anos mais chuvosos houvesse uma correlação contrária, mas isto não acontece, evidenciando que o comportamento das linhas de temperatura máxima e mínima, com relação aos ciclos de anos secos e à medida que se aumenta a variabilidade dos dados, fica de todo modo, menos evidente.

4.1 – Desvio padrão e coeficiente de variação.

Neste tópico são apresentados e discutidos os dados sobre desvio padrão das precipitações, linha de tendência e coeficiente de variação, objetivando verificar por outros instrumentos o comportamento da variabilidade até aqui analisada. Esses parâmetros foram aplicados nas estações de Alfredo Chaves fig. (20),

Venda Nova do Imigrante fig. (21), Santa Tereza fig. (22), Ecoporanga fig. (23), Itarana fig. (24) e Muniz Freire fig. (25).

Observando esses gráficos é possível perceber a tendência de diminuição das precipitações na região de Alfredo Chaves e Santa Tereza, observado pela queda na linha tendencial calculada, mas manutenção da estabilidade nas estações de Ecoporanga, Alfredo Chaves, Muniz Freire e Itarana, ou seja, não ocorre padrão de "mudança" no comportamento das precipitações, mas somente variabilidade do índice.

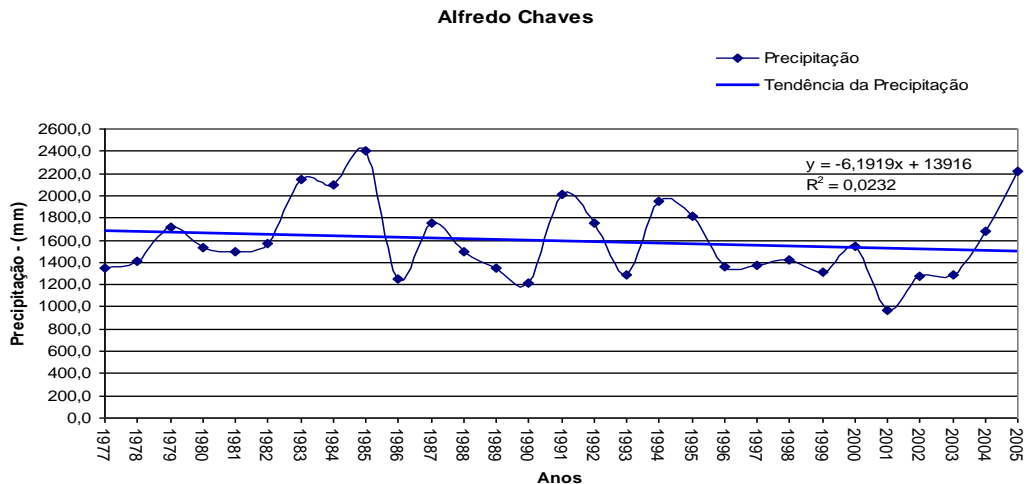


Figura 20 – Gráfico das precipitações anuais acumuladas com cálculo da linha de tendência. Estação Alfredo Chaves. Elaboração: Roberto Vervloet.

Embora haja picos acentuados ao final de ciclos de menor incidência das chuvas (anos com baixíssimos índices de precipitação) alternados com os de aumento desse dado. Esse fator tem explicação conforme a localização geográfica da estação, onde elementos como maritimidade, orografia possuem forte influência, aliados, provavelmente, a sistemas de escala global como El Nino e oscilações de temperatura das águas oceânicas (Pacífico e Atlântico Norte) que intervêm nos sistemas regionais de circulação atmosférica descritas.

Venda Nova

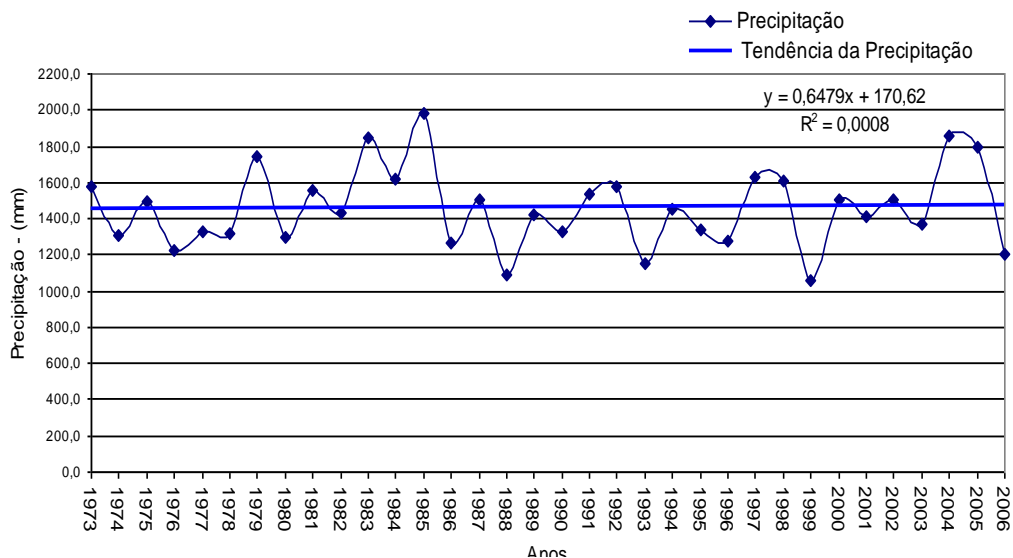


Figura 21 – Gráfico das precipitações anuais acumuladas com cálculo da linha de tendência. Estação Venda Nova do Imigrante. Elaboração: Roberto Vervloet.

Santa Tereza

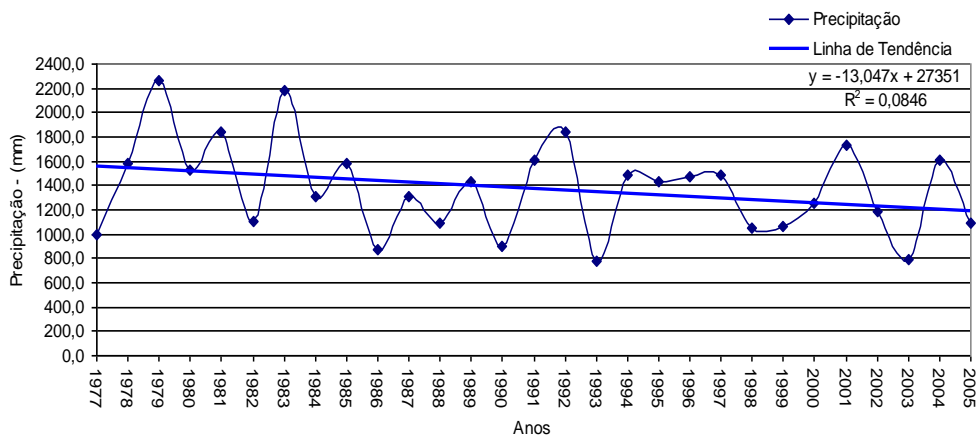


Figura 22 – Gráfico das precipitações anuais acumuladas com cálculo da linha de tendência. Estação Santa Tereza. Elaboração: Roberto Vervloet.

Ecoporanga

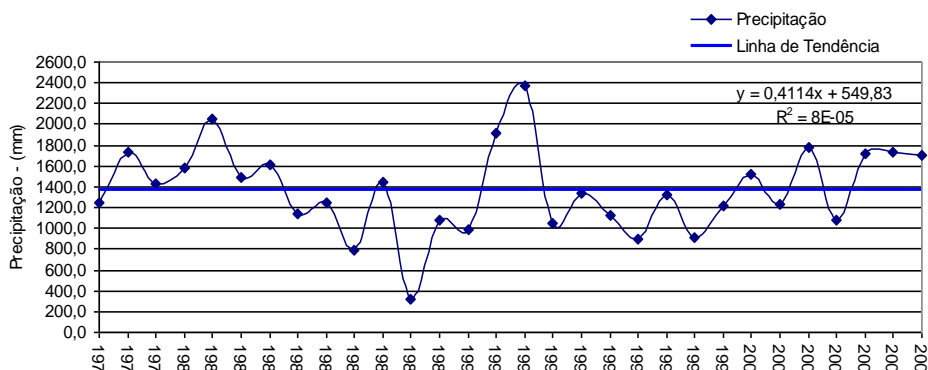


Figura 23 – Gráfico das precipitações anuais acumuladas com cálculo da linha de tendência. Estação Ecoporanga. Elaboração: Roberto Vervloet.

Itarana

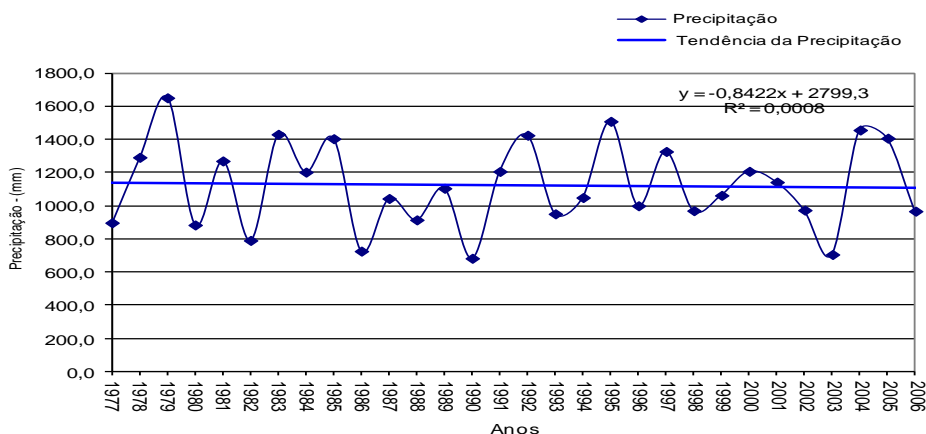


Figura 24 – Gráfico das precipitações anuais acumuladas com cálculo da linha de tendência. Estação Itarana. Elaboração: Roberto Vervloet.

Muniz Freire

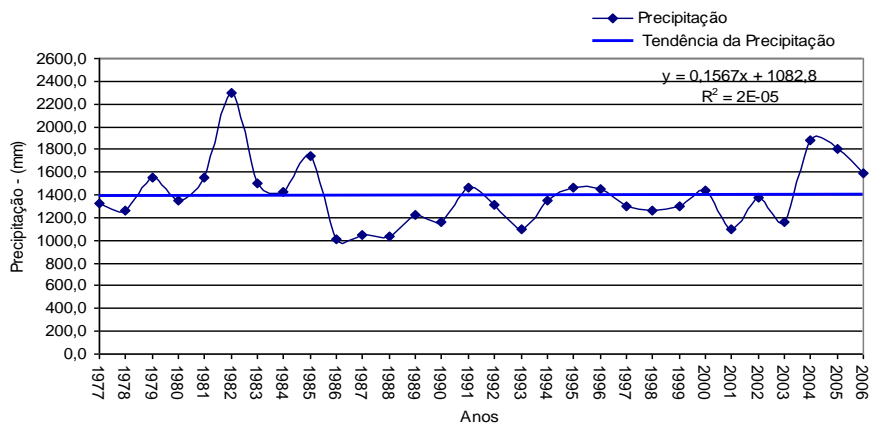


Figura 25 – Gráfico das precipitações anuais acumuladas com cálculo da linha de tendência. Estação Muniz Freire. Elaboração: Roberto Vervloet.

Na estação de Alfredo Chaves e Santa Tereza é possível notar ligeira diminuição das precipitações, ao longo dos últimos 30 anos, ao passo que nas outras estações a linha de tendência se manteve estável. Isso mais uma vez corrobora o padrão de variabilidade natural desse elemento climático, como é possível verificar, também, através dos dados da tabela 01 abaixo.

Tabela 01 – Dados de média histórica, desvio padrão, coeficiente de variação e linha de tendência da precipitação (baseados nos dados dos gráficos de linha de tendência).

Estações	Itarana	Muniz Freire	Alfredo Chaves	Venda Nova	Santa Tereza	Ecoporanga	Mucurici
Média Histórica (mm)	1122,2	1394,9	1566	1482	1373,7	1352	965,8
Desvio Padrão	257,1	276,4	346,5	222,2	381,8	418,0	255,7
Coeficiente Variação (%)	22,9%	20,4%	21,8%	15,2%	27,7%	30,5%	26,4%
Linha de Tendência (comportamento da precipitação)	Estável	Estável	Instável (-200 mm)	Estável	Instável (- 350 mm)	Estável	Estável

Com exceção da região de Santa Tereza, em que a linha de tendência evidenciou queda significativa nas precipitações, as demais estações escolhidas apresentaram comportamento estável e com coeficiente de variação baixo. A literatura sobre coeficiente de variação demonstra que taxas acima de 25% de variação são típicas de áreas de transição para tipologias climáticas características de clima subúmido. Embora Santa Tereza e Mucurici estejam com dados acima dessa taxa, essas regiões não caracterizam esse tipo climático. Questão que é diferente para Ecoporanga que apresentou coeficiente de 30,5%, característico de clima subúmido.

Observar que com relação ao desvio padrão o dado é alto em Ecoporanga, mas relativamente baixo nas demais estações. Fato que demonstra que a variabilidade do índice de chuva esta dentro do “padrão normal”, conforme o tipo climático da região em que está inserida a estação analisada.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

Diante do exposto os resultados apresentados e analisados indicam as seguintes conclusões, a saber:

- As precipitações no Espírito Santo possuem uma variabilidade natural associada com ciclos de aumento e diminuição da chuva;
- Há correlação entre anos com ciclos de pouca chuva (anos “secos”) e o distanciamento das linhas de temperatura máxima e mínima. Em geral, anos onde os índices de precipitação são baixos a temperatura máxima anual se distancia da temperatura mínima anual, caracterizando anos com baixa umidade, geadas e invernos mais rigorosos;

- Os ciclos de maior incidência das chuvas são, em geral, com períodos de 4 a 7 anos nas estações localizadas ao sul do Estado e Região Serrana, ao passo que no norte são maiores com períodos de 7 a 10 anos, e com discrepância maior nos picos dos dados analisados. Há aumento da variabilidade nas estações localizadas ao norte do Estado e menor nas do sul;

- A orografia e a maritimidade possuem forte influência nos dados de precipitação, em especial as estações que estão localizadas na borda leste (voltada para Oceano Atlântico) do planalto que caracteriza a Região Serrana do Estado;

A partir dos dados e conclusões seguem-se recomendações no planejamento das ações do PREVINES e Gerência de Recursos Naturais do IEMA, a saber:

- Conforme indica os gráficos e dados analisados um ciclo de aumento da chuva é seguido, posteriormente, com períodos de diminuição acentuada da precipitação. Deste modo, como os anos de 2012 e 2013 foram anos de aumento acentuado das chuvas ao longo de todo ano, inclusive próximos dos recordes registrados, podemos deduzir que teremos no triênio 2014/2015/2016 tendência de diminuição das chuvas. Fato já confirmado no biênio 2014/2015;

- Neste sentido, os próximos anos serão de índices mais baixos de precipitação, com invernos mais rigorosos, estiagens prolongadas e prováveis ocorrências de geadas, além de baixa umidade. A estiagem como a do biênio 2014/2015 já ocorreu em outros anos, como demonstram os gráficos elaborados. Fato que influencia fortemente a ocorrência de fogo nas áreas próximas das Unidades de Conservação e demais áreas com cobertura vegetal nativa do Estado;

- Neste período do triênio não é uma certeza absoluta que a linha de tendência de diminuição das precipitações possa ocorrer de forma regular. Poderá haver ou não quebra da tendência projetada, como, aliás, evidenciam os próprios dados analisados. Devemos sempre não confundir tendência climática com previsão e projeção climática que são ambos, conceitos diferentes;

- Partindo do princípio da precaução recomenda-se, no planejamento das ações, revistas a cada ano, trabalhar sempre com o pior dos cenários projetados, ou seja, com a concepção de que o ano vindouro será de período seco, com baixa precipitação e estiagens que podem ser prolongadas, aonde a possibilidade de ocorrência de fogo e outros problemas relacionados à conservação das áreas naturais (Unidades de Conservação) seja uma probabilidade premente.

- A possibilidade de se trabalhar levando em consideração o pior dos cenários, justifica, por si só, a importância preventiva das ações integradas e, ao mesmo tempo, a importância do próprio programa PREVINES e a GRN/IEMA que devem receber atenção especial nas atribuições governamentais nos próximos anos, onde se terá muitas ocorrências de fogo e queimadas nas áreas protegidas.

- O discurso de "crise hídrica" propalado pelo governador do Estado, junto com a mídia, é mero sofisma para justificação de ações políticas de contenção de gastos sociais, pois, não podemos considerar como crise o período originado por um processo da natureza que é periódico e historicamente estabelecido, fazendo parte da variabilidade climática. Falar em "crise hídrica" no período em que as

chuvas naturalmente diminuem é mero discurso sofista para justificar ações políticas sustentadas em silogismos que procuram camuflar a incompetência técnica e política no trato da questão.

5. REFERÊNCIAS.

ASSIS, FRANCISCO NETO de.; ARRUDA, HERMANO VAZ de.; PEREIRA, ANTONIO ROBERTO. Aplicações de estatística à climatologia. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996.

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Sistema de Informações Meteorológicas, 2015. Disponível em: http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=alfredochaves_sh Acesso em fevereiro de 2015.

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves. Mapa da Precipitação Média Anual Acumulada para o Estado do Espírito Santo - 1976 - 2006. Ano de 2011, Disponível em: http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=109 Acesso em fevereiro de 2015.

MILANESI, M. A. & GALVANI, E. Preenchimento de falhas em banco de dados climáticos de curta série de observações. Anais III Seminário de Pesquisa em Geografia Física – Programa de Pós-graduação em Geografia Física – USP, Dez/2003, p. 253-260.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Análise Fractal e Multifractal da estrutura de estações chuvosas em localidades do Estado de São Paulo. Tese de doutorado, UNESP, São Paulo, 1998, 263 p.

MONTEIRO, C. A. F. de. A frente polar atlântica e as chuvas de invernos na fachada sul-oriental do Brasil. São Paulo, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, Série Teses e Monografias nº 01, 1969. 186

_____. A dinâmica climática e as chuvas do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1973.

NIMER, E. Circulação atmosférica do Brasil – Contribuição ao Estudo da Climatologia Dinâmica do Brasil. Revista Brasileira de Geografia, ano XXVIII, nº 3, p. 232-250, 1966, Fundação IBGE, Rio de Janeiro.

_____. Análise Dinâmica da Precipitação Pluviométrica da Região Serrana do Sudeste do Brasil. Especialmente na Serra das Araras. Revista Brasileira de Geografia, 1971, Fundação IBGE, Rio de Janeiro.

_____. Climatologia da Região Sudeste do Brasil. Introdução à Climatologia Dinâmica. Revista Brasileira de Geografia, 1972, ano 34, nº1, janeiro/março.

GOOSSENS, C. e BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. *Annales Geophysicae*, Berlin, v. 4, n. B4, p. 385-400, 1986.

TRILSBACH, A. e HULME, M. Recent rainfall changes in central Sudan and their physical and human implications. *Transactions, Institute of British Geographers New Series* 9, 1984, 280 – 298.

VERVLOET, R. J. H. M. Relatório Técnico-Científico sobre a variabilidade das precipitações no Espírito Santo e o problema da “estiagem” no biênio 2014/2015. Relatório Técnico-Científico. Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, Vitória, 2015, 28 p.

_____. O discurso da “crise hídrica”. Disponível em <http://www.sindipublicos.com.br/o-discurso-da-crise-hidrica/> Acesso em janeiro de 2016.

Texto submetido à RBClimate em 27/01/2016