

ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO NO VALE DO ITAJAÍ

Regina Luiza Gouvêa Graciano

Aluna da especialização em Ensino de Geografia de Santa Catarina/FURB-SC

regina.graciano@hotmail.com

Hélio dos Santos Silva

Prof. Dr. do Departamento de Física da Universidade Regional de Blumenau, Santa Catarina,

heliosil@furb.br

Rua Antônio da Veiga, 140, 89010-971, Blumenau, SC.

RESUMO

Desde as primeiras observações meteorológicas, estudos apontam para um acréscimo nas médias de temperatura em relação à média climatológica de 1961-1990. Estudos recentes mostram alterações no padrão de precipitação e uma maior frequência de eventos extremos, com registros de impactos sociais, econômicos e ambientais em algumas regiões do planeta. O objetivo deste trabalho é inferir sobre possíveis tendências nas séries temporais de temperatura e precipitação no Vale do Itajaí, no período de 1941-2005, para as séries de precipitação, e no período de 1995-2005 para as séries de temperatura, visando compreender como as séries de comportam ao longo do tempo. A fim de detectar tendências ou variabilidades climáticas nas séries de precipitação foi utilizado o teste de tendência de Mann-Kendall.

Palavras chaves: Temperatura, precipitação, eventos extremos, séries temporais, Teste de Tendência Mann-Kendall, Vale do Itajaí.

1 INTRODUÇÃO

Estudos mostram que a década de 1990 foi a década mais quente desde as primeiras observações meteorológicas iniciadas em 1861, e que o ano de 1998 foi o ano mais quente, com + 0,54 °C acima da média histórica de 1961-1990 (MARENGO, 2006).

Fenômenos climáticos de grande poder de destruição têm sido registrados em várias partes do mundo. As evidências apontam para o aumento da frequência e a intensidade de fenômenos climáticos extremos, ainda que esse aumento possa ser parte de uma variabilidade natural do clima, ele também é consistente com o que se espera do aquecimento global (MARENGO; NOBRE, 2005).

De acordo com Souza e Azevedo (2009), de modo geral, é consenso que mudanças na temperatura e no regime pluviométrico têm um impacto direto e significativo nas atividades humanas, com repercussões ambientais, sócio-econômicas e políticas. Entretanto, poucos estudos se dedicaram à compreensão dos extremos climáticos de temperatura e precipitação na América do Sul e seus impactos sobre o sistema climático.

Estudos feitos pelo CPTEC/INPE em colaboração com o Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (USP/IAG) e com a Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS), descrevem o que há de mais recente em estudos observacionais e de modelagem da variabilidade climática no país, com alguns resultados interessantes para a América do Sul (MARENGO, 2006).

Marengo destaca que estudos mais recentes identificaram para a América do Sul tendências positivas nas frequências de noites quentes, noites medianamente quentes e tendências negativas nas frequências de noites frias e na amplitude térmica diária no período 1960-2000. Tendências positivas na frequência de noites quentes durante o verão DJF e inverno, JJA, assim como a identificação de uma fraca tendência negativa de aumento na frequência de dias frios. Mais pontualmente, isso também foi identificado por Silva *et al.* (2006) para a cidade de Blumenau.

Segundo Marengo (2006), alguns estudos mostram para o Sul do Brasil e Norte da Argentina, tendências negativas na amplitude térmica diurna devido a tendências positivas de temperatura mínima e aumento na frequência de dias quentes no período do inverno. Quanto à intensidade e persistência de ondas de calor ou frio, depende da região. Quanto à precipitação, estudos feitos mostram tendências positivas de aumentos de chuva e de extremos de chuva nas regiões subtropical, Sul e Nordeste do Brasil. Ao investigar tendências de extremos de

chuva no sudeste da América do Sul, no período de 1960-2000, foram encontradas tendências para condições mais úmidas no Sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e Norte e centro da Argentina. Essas tendências positivas nos índices de precipitação sugerem um aumento na intensidade e frequência de dias com chuva intensa, estudos coerentes com outros trabalhos feitos na mesma região.

Como a agricultura é essencial para a economia mundial e existe um forte vínculo entre a produção e as condições do tempo, faz-se necessário um conhecimento mais abrangente sobre as questões climáticas (ANDRADE; BALDO; NERY, 1999).

O Estado de Santa Catarina está localizado na Região Sul do Brasil e possui uma área total de 95.985 km². A localização e o relevo são condicionantes relevantes na determinação do clima do Estado. Cerca de 70% do território está acima de 300 metros de altitude. Em Santa Catarina, o fenômeno das cheias nos últimos anos, tem sido periódico e excepcional, destacando-se a Bacia do Itajaí como a região do Estado que apresenta a maior frequência de ocorrência de inundações. O episódio de julho de 1983 destaca-se como o de maior repercussão devido à sua abrangência espacial e temporal (ICHIBA; NERY; MARTINS, 2002).

Segundo Nery, Baldo e Martins (2000), a região do Vale do Itajaí é afetada frequentemente por sistemas de tempo que ocasionam chuvas intensas. Diante de tais situações, diversos setores da economia e da sociedade em geral sofrem grandes prejuízos.

O Vale do Itajaí é um dos pólos econômicos e geopolíticos da região Sul do Brasil. Está situado na bacia hidrográfica do rio Itajaí, cuja distribuição pluviométrica concentra a maior parte da precipitação nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Além deste período de maior concentração de chuvas, em outras épocas do ano, esta região é atingida por sistemas meteorológicos que produzem grandes quantidades de precipitação (NERY; BALDO; MARTINS, 2000).

Dessa forma, o estudo de variáveis meteorológicas como a precipitação e temperatura é de grande importância para a região.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é inferir sobre possíveis tendências nas séries temporais de precipitação e temperatura no Vale do Itajaí.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de cinco estações meteorológicas de precipitação, com totais mensais e anuais e duas estações de temperatura, com totais mensais. As séries temporais de precipitação estão disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas, da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Centro Operacional de Sistemas de Alerta de Cheias (CEOPS). Foram selecionadas séries com mais de 40 anos de dados de precipitação e 9 anos de dados de temperatura.

Apesar do grande número de estações pluviométricas analisadas, após um estudo prévio para o levantamento das estações que seriam utilizadas, muitas foram descartadas por apresentar falhas extensas ou mesmo, por não se tratar de séries longas. Embora as séries escolhidas apresentem um reduzido número de falhas, em algumas delas essas falhas eram da ordem de dias e meses. Foi feita uma inspeção visual para eliminar dados espúrios e as falhas foram preenchidas com valores médios.

Os dados foram organizados pela planilha eletrônica do programa Microsoft Excel onde receberam tratamento estatístico convencional, para os cálculos de médias, desvios e tendências.

Os gráficos das séries históricas de precipitação foram ordenados em períodos de cinco anos e os gráficos das séries temporais de temperatura foram ordenados por período anual, com a finalidade de se compreender como as séries se comportam ao longo do tempo.

A fim de detectar tendências ou variabilidades climáticas nas séries de precipitação foi utilizado o teste de Mann-Kendall e o método de Sen, uma vez que alguns estudos [como, por exemplo, o de Oliva, Campos e Silva (2010)] comprovam que o teste de Mann-Kendall é o método mais apropriado para análise de mudanças climáticas em séries climatológicas. Através dele, pode-se detectar a localização aproximada do ponto inicial de uma tendência e ainda apresenta a vantagem de seus valores não serem afetados por “extremos”, ou números “fora da série”, uma vez que seus cálculos são baseados nos sinais das diferenças e não diretamente nos valores das variáveis analisadas.

O teste seqüencial de Mann-Kendall é um teste estatístico não paramétrico, no qual, na hipótese de estabilidade de uma série temporal, os valores devem ser independentes e a distribuição de probabilidades deve permanecer a mesma (série aleatória simples).

Considerando uma dada série temporal Y_i de N termos ($i = 1, \dots, N$), esse teste consiste na soma dada pela equação: $t_n = \sum_{i=1}^N m_i$, onde m_i é o número de termos da série, relativo ao valor Y_i , cujos termos anteriores são inferiores ao mesmo. Para um valor de N grande, sob a hipótese nula H_0 de ausência de tendência, t_n apresentará uma distribuição normal com média $E(t_n)$ e variância $Var(t_n)$, conforme dados pelas seguintes equações:

$$E(t_n) = \frac{n(n-1)}{4} \text{ e } Var(t_n) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

A hipótese nula pode ser rejeitada testando a significância estatística de t_n utilizando um teste bilateral através da seguinte relação: $u(t_n) = \frac{(t_n - E(t_n))}{(Var(t_n))^{\frac{1}{2}}}$

A hipótese nula é aceita sempre que α_1 for maior do que α_0 . A rejeição da hipótese nula implica em aceitar que em algum ponto da série temporal existe uma mudança brusca da sua média. O sinal de $u(t_n)$ indica se a tendência é positiva ($u(t_n) > 0$) ou negativa ($u(t_n) < 0$). Calculando $u(t_n)$ no sentido positivo da série temporal (de i até N) e depois no sentido inverso, obtém-se a distribuição $u^*(t_n)$. A intersecção das curvas de $u(t_n)$ e $u^*(t_n)$ mostra o ponto aproximado da mudança brusca da média.

De acordo com Severo, Silva e Tachini (2008), uma vez que o Teste de Mann-Kendall não forneça a estimativa da magnitude das tendências, a inclinação pode ser dada pelo método dos mínimos quadrados. Porém, quando a série climatológica apresenta valores extremos, o valor estimado pode ser muito diferente do valor real. Para resolver este problema, Sen desenvolveu um procedimento no qual o teste é obtido através do cálculo de um número de inclinações estimadas. Este número é alcançado calculando-se a razão $Q = \frac{x_j - x_i}{j - i}$, onde x_i e x_j são os valores dos dados nos tempos j e i , respectivamente sendo que $j > i$. A mediana de todos os valores de Q é o valor estimado da inclinação de Sen.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 APLICAÇÃO DO TESTE DE MANN-KENDALL

As figuras 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam graficamente, o resultado da aplicação do Teste de Mann-Kendall às séries de dados escolhidas. A linha azul representa a série $u(t_n)$ e a linha na cor rosa, a série $u^*(t_n)$. As linhas horizontais representam os intervalos de confiança bilaterais de 95%, sendo que, uma tendência é considerada significativa quando os valores absolutos de $u(t_n)$ são maiores que o limite de confiança. A mudança brusca na média da série pode ser identificada pela interseção das duas curvas se ela ocorrer dentro dos valores críticos do intervalo de confiança.

A estação de Blumenau (Figura 1) apresentou mudança na média em 1994, mas não adquiriu significância estatística (ao nível de 95%). A série de Ituporanga (Figura 2) apresentou uma mudança na média em 1955, mas adquiriu significância estatística em 1958, permanecendo até 1978 fora do limite crítico. A série de Taió (Figura 3) apresentou mudança na média em 1969, com significância estatística em 1979. Na estação de Timbó (Figura 4) observa-se uma mudança brusca no comportamento da série em 1964, mas que somente se tornou significativa em 1994. De 1978 a 1992, permanece da faixa do limite crítico, cuja significância estatística é inferior ao nível de 95%. A partir de 1992, adquire novamente significância estatística. A série de Apiúna (Figura 5) apresentou mudança na média em 1963, com significância estatística em 1988.

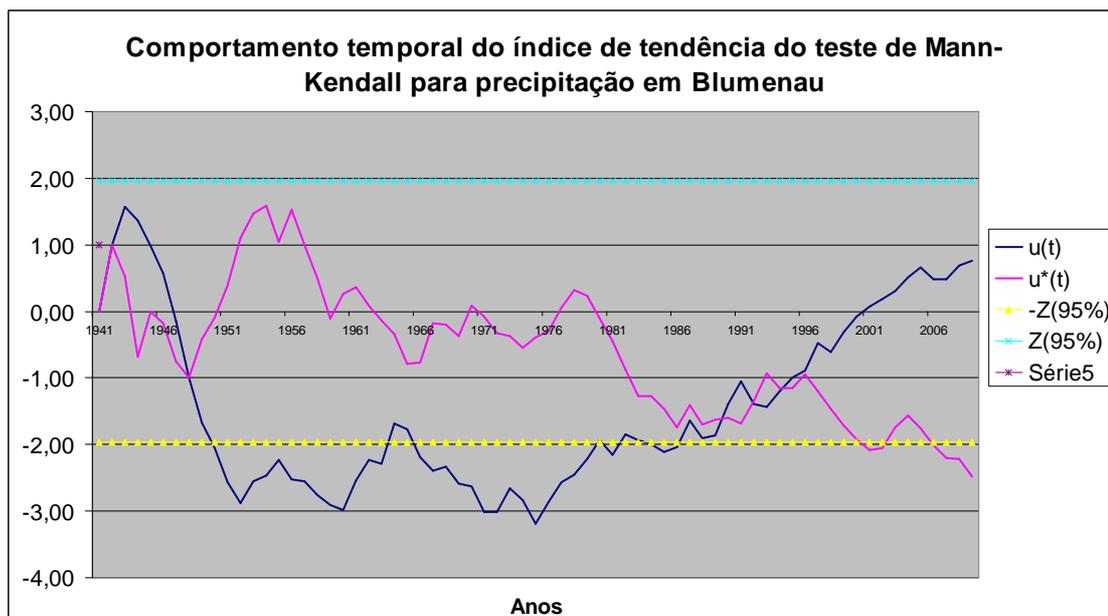


Figura 1 – Gráfico do comportamento temporal do índice de tendência $[i(t_n)]$ do teste de Mann-Kendall para precipitação em Blumenau.

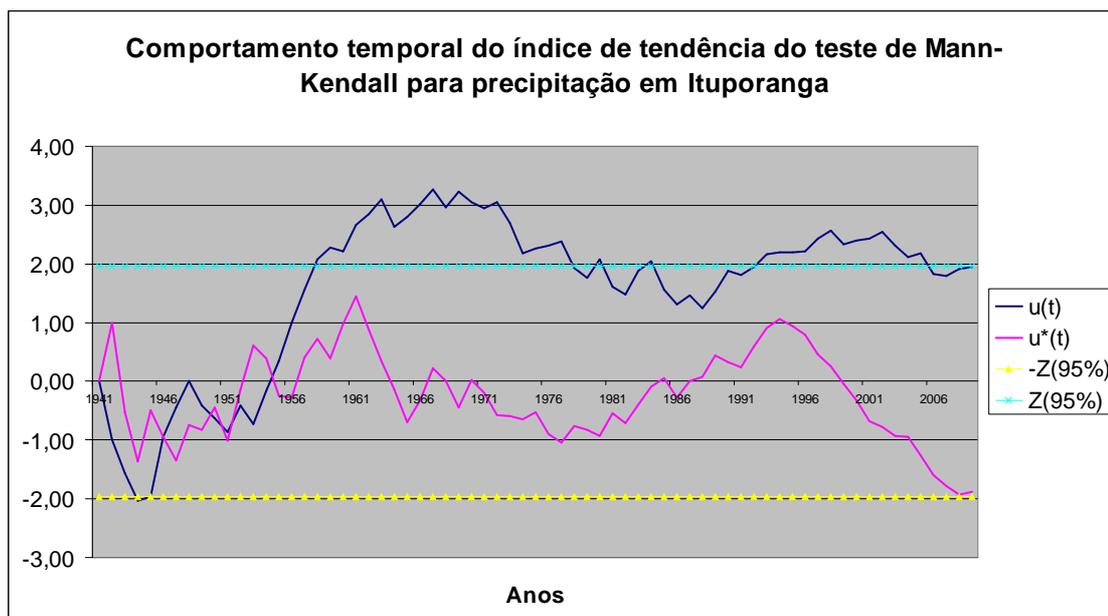


Figura 2 – Gráfico do comportamento temporal do índice de tendência $[i(t_n)]$ do teste de Mann-Kendall para precipitação em Ituporanga.

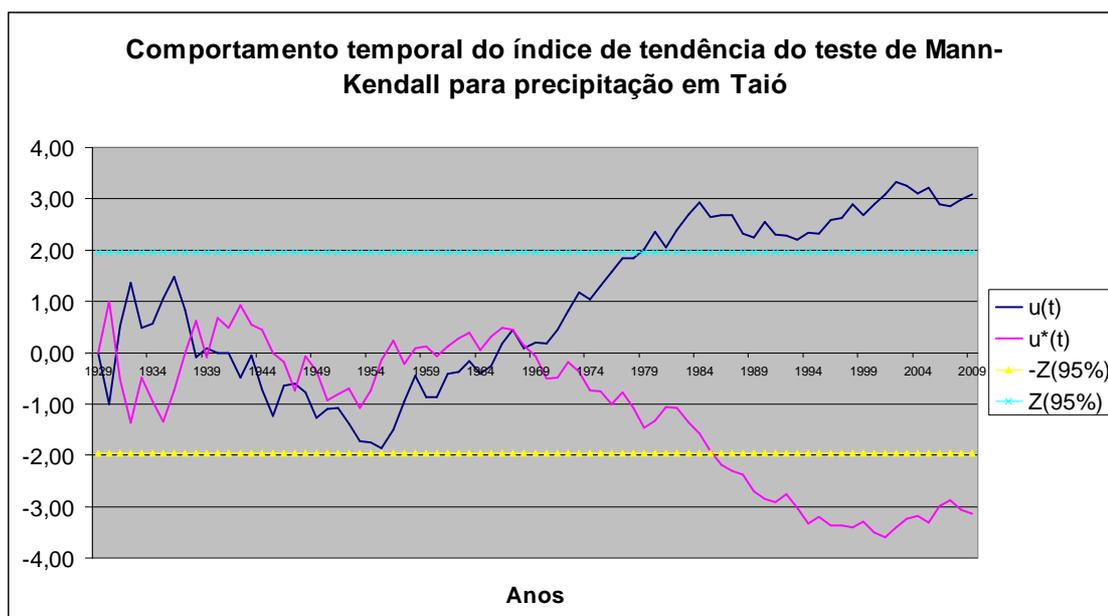


Figura 3 – Gráfico do comportamento temporal do índice de tendência $[i(t_n)]$ do teste de Mann-Kendall para precipitação em Taió.

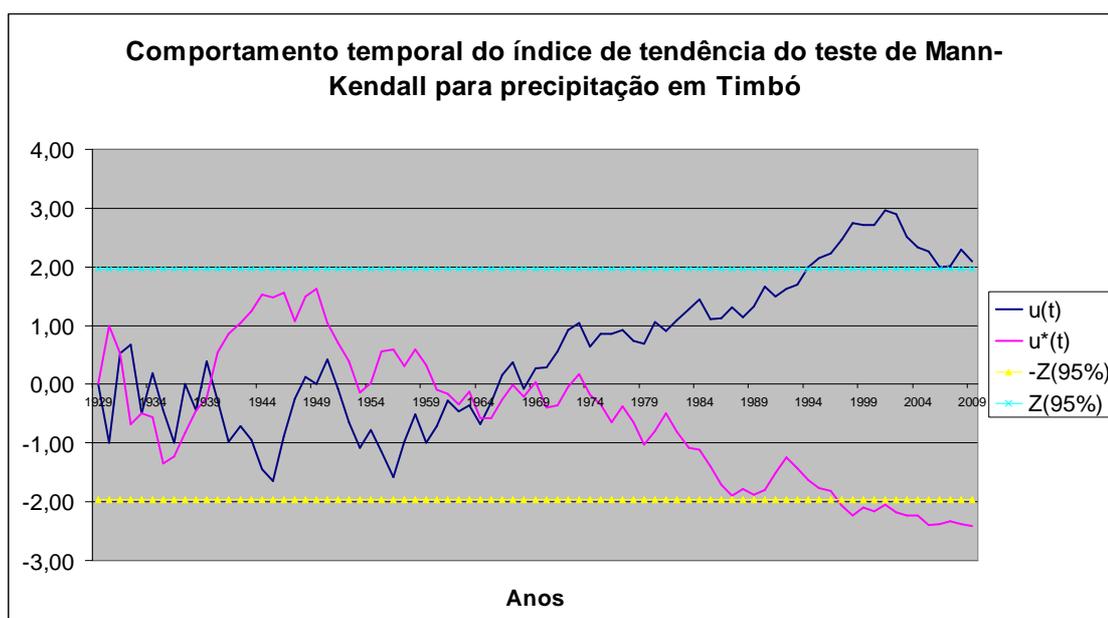


Figura 4 – Gráfico do comportamento temporal do índice de tendência $[i(t_n)]$ do teste de Mann-Kendall para precipitação em Timbó.

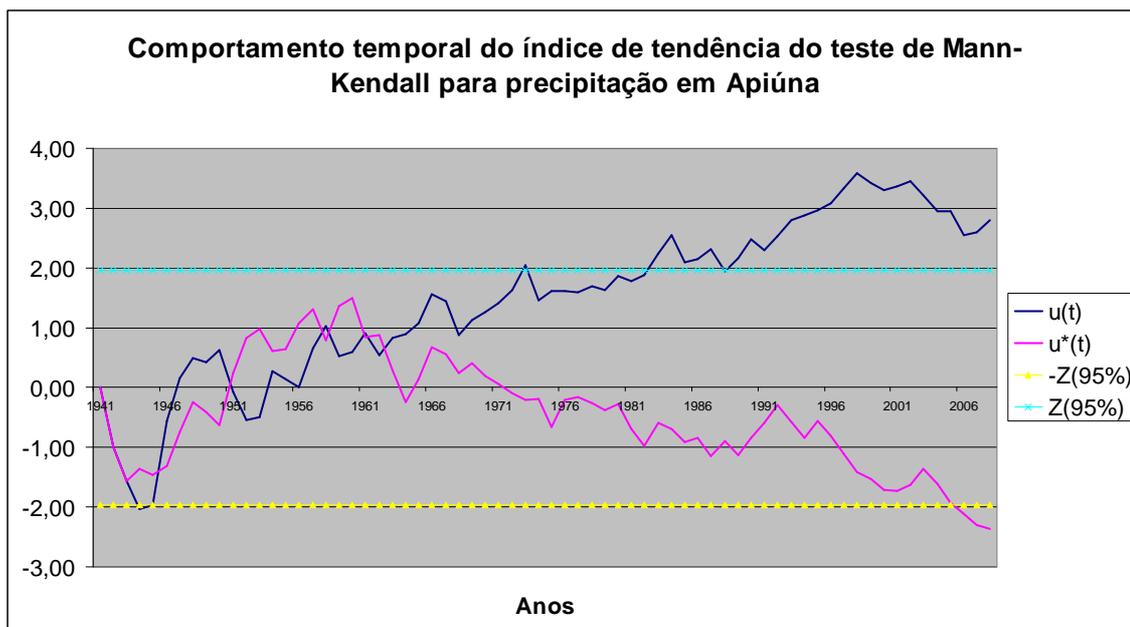


Figura 5 – Gráfico do comportamento temporal do índice de tendência $[i(t_n)]$ do teste de Mann-Kendall para precipitação em Apiúna.

3.2 COMPORTAMENTO TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO

De acordo com o comportamento temporal da média quinquenal da precipitação para cada mês, para a cidade de Blumenau (Figura 6), os trimestres mais chuvosos correspondem aos meses de DJF (dez/jan/fev) e JFM (jan/fev/mar).

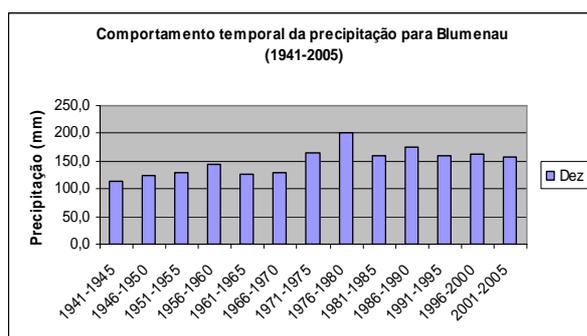


Figura 6.1 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de dezembro, para a cidade de Blumenau, no período de 1941-2005.

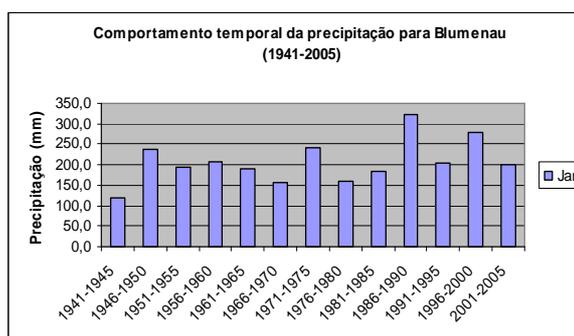


Figura 6.2 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de janeiro, para a cidade de Blumenau, no período de 1941-2005

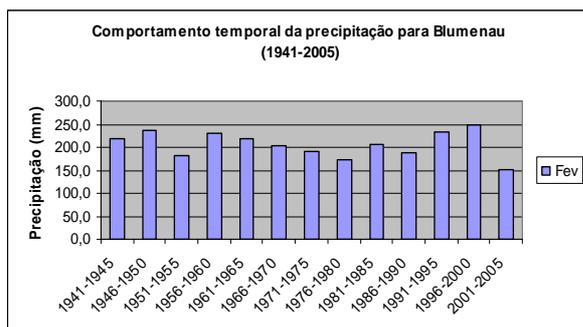


Figura 6.3 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de fevereiro, para a cidade de Blumenau, no período de 1941-2005.

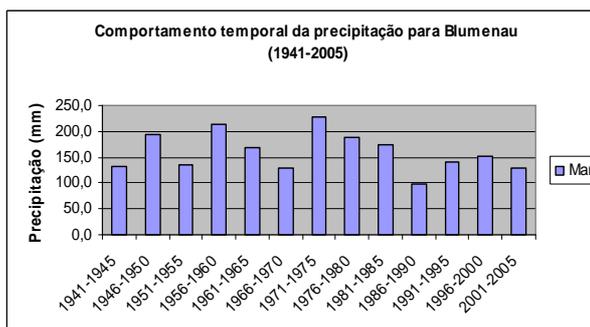


Figura 6.4 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de março, para a cidade de Blumenau, no período de 1941-2005

Os menores valores foram registrados no mês de abril (Figura 7).

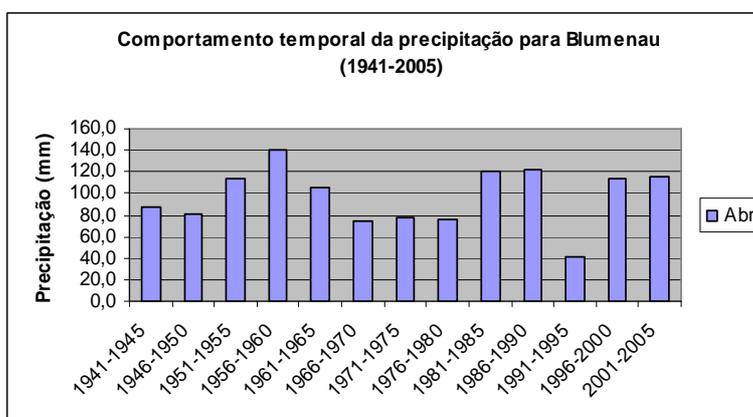


Figura 7 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Blumenau, no período de 1941-2005.

Nota-se na série uma leve tendência de aumento das precipitações no mês de setembro, a partir da segunda metade da década de 1980 (Figura 8).

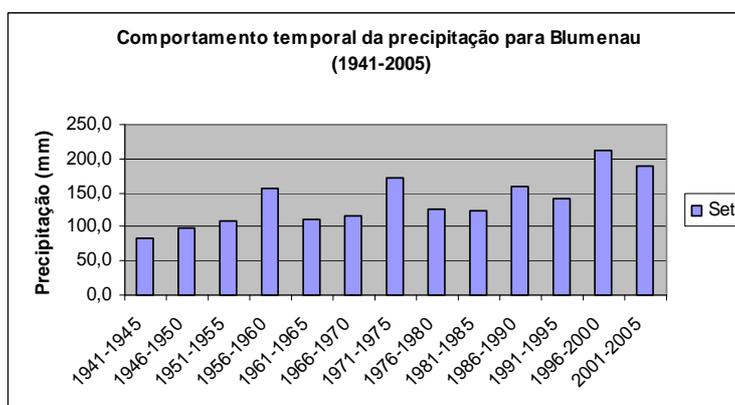


Figura 8 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de setembro, para a cidade de Blumenau, no período de 1941-2005

O comportamento temporal da precipitação para Ituporanga (Figura 9) mostra que o trimestre mais chuvoso foi o de DJF.

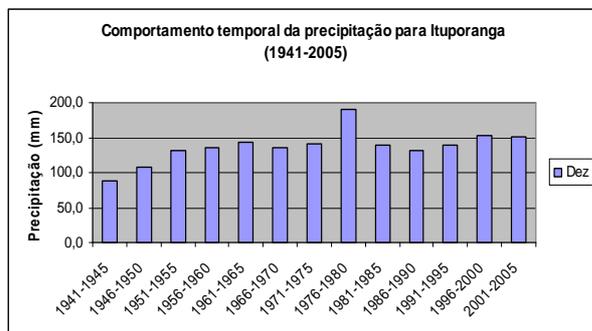


Figura 9.1 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de dezembro, para a cidade de Ituporanga, no período de 1941-2005.

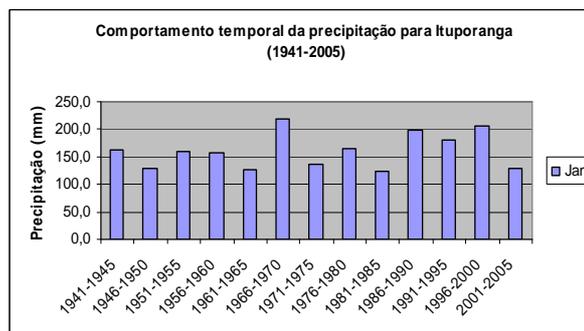


Figura 9.2 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de janeiro, para a cidade de Blumenau, no período de 1941-2005

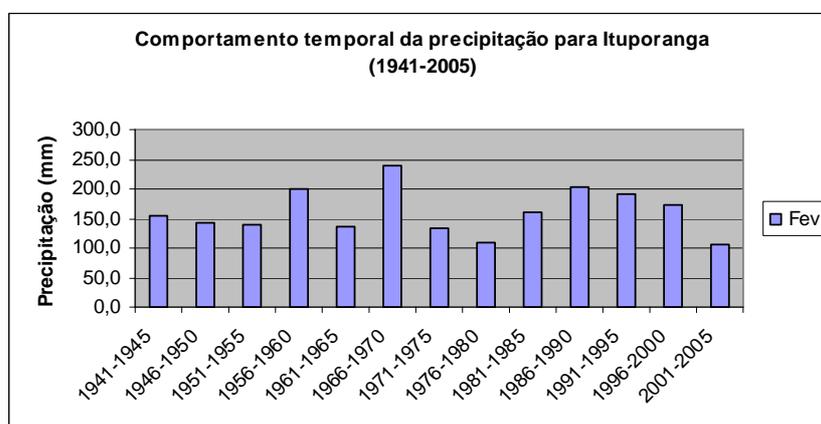


Figura 9.3 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de fevereiro, para a cidade de Ituporanga, no período de 1941-2005.

Os meses de abril e maio apresentaram os menores índices de precipitação.

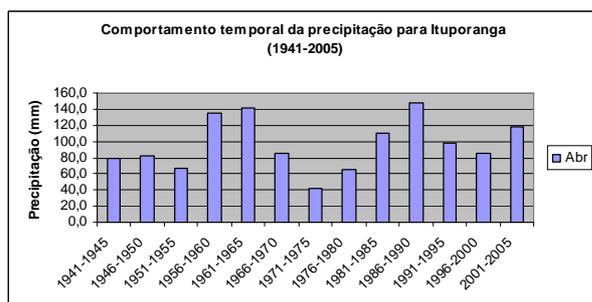


Figura 9.4 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Ituporanga, no período de 1941-2005.

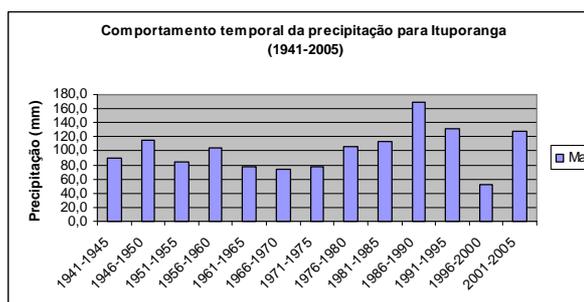


Figura 9.5 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de maio, para a cidade de Ituporanga, no período de 1941-2005

Observa-se uma leve tendência no aumento das precipitações no mês de novembro.

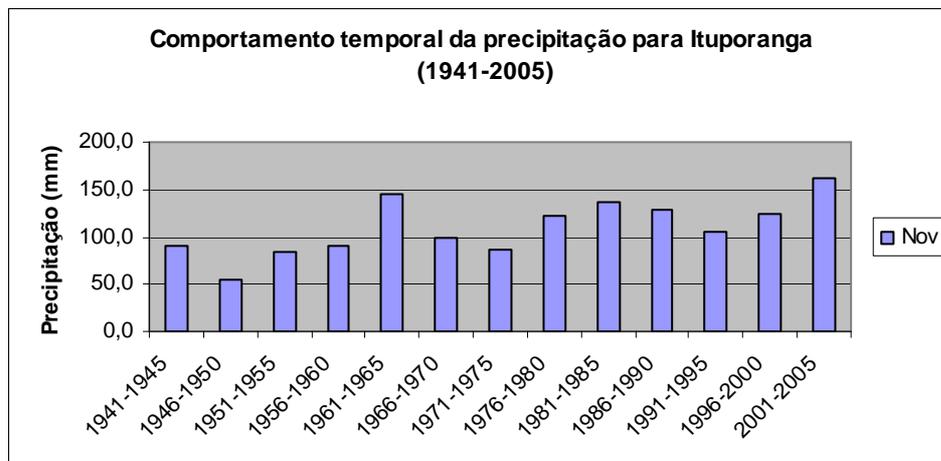


Figura 9.6 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de novembro, para a cidade de Ituporanga, no período de 1941-2005

O comportamento temporal da precipitação média de 5 anos (Figura 10) para a cidade de Taió mostra que o trimestre mais chuvoso foi o de DJF.

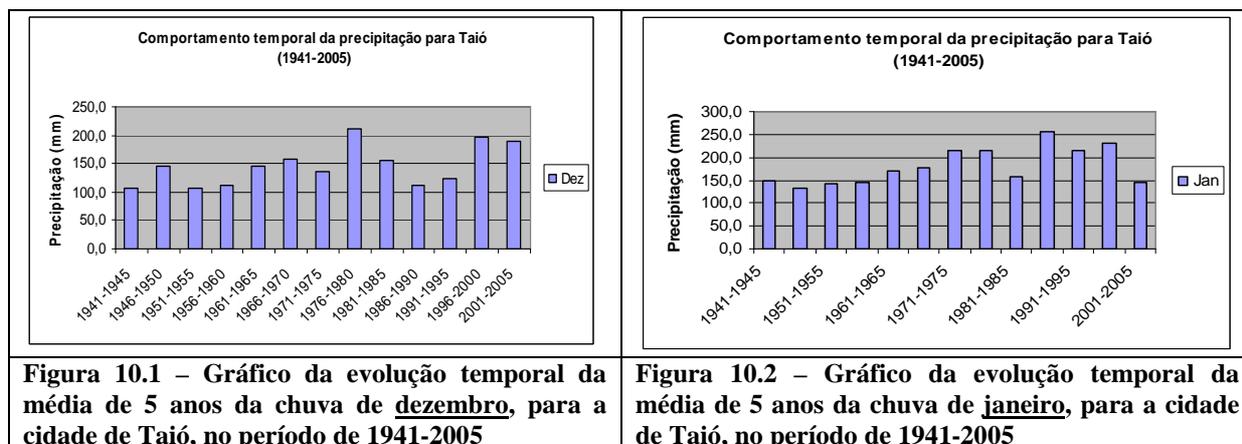


Figura 10.1 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de dezembro, para a cidade de Taió, no período de 1941-2005

Figura 10.2 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de janeiro, para a cidade de Taió, no período de 1941-2005

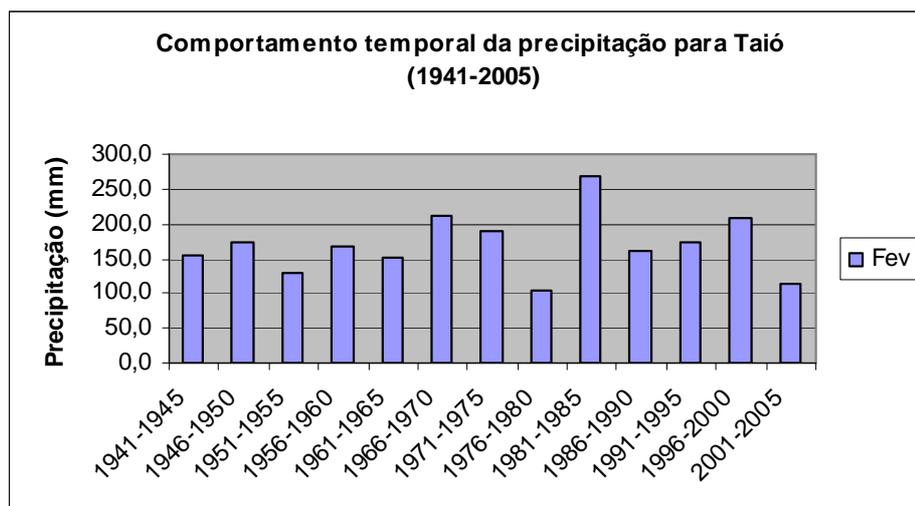


Figura 10.3 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de fevereiro, para a cidade de Taió, no período de 1941-2005

O trimestre com menores totais médios de precipitação foi AMJ (abr/maio/jun).

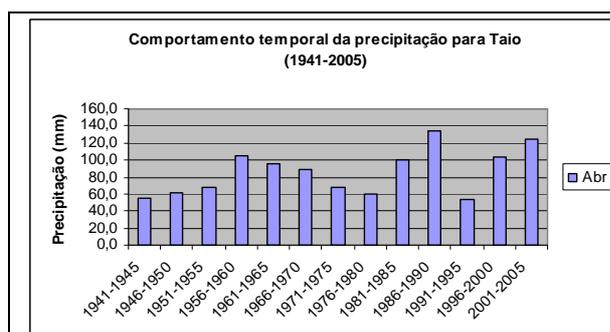


Figura 10.4 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Taió, no período de 1941-2005

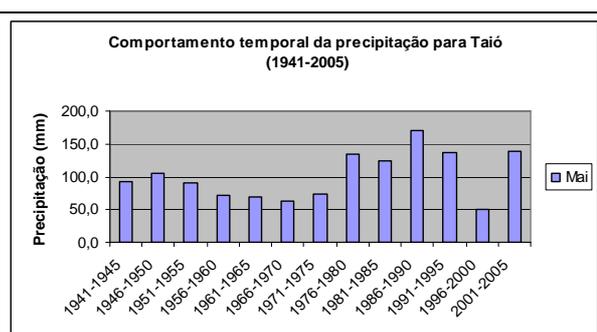


Figura 10.5 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de maio, para a cidade de Taió, no período de 1941-2005

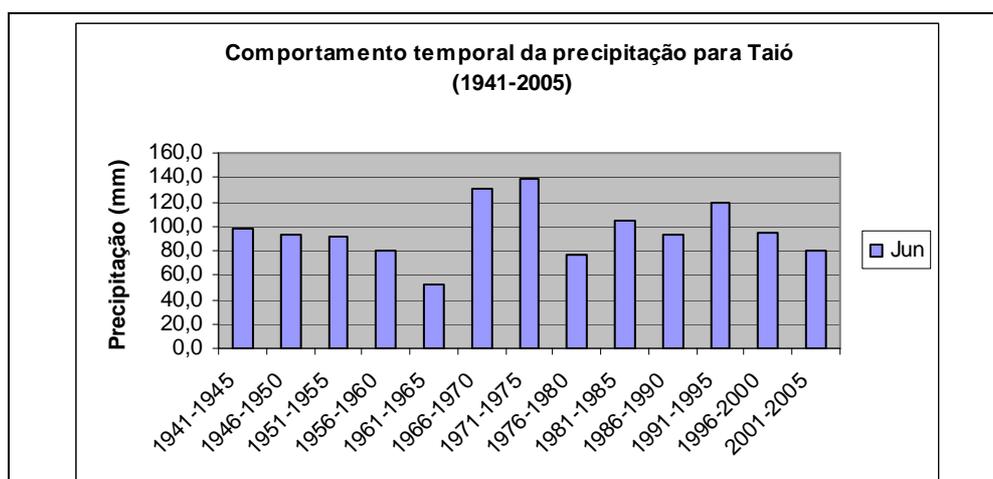


Figura 10.6 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de junho, para a cidade de Taió, no período de 1941-2005

O comportamento temporal da precipitação para a cidade de Timbó (Figura 11) mostra que os trimestres mais chuvosos foram os de DJF e JFM.

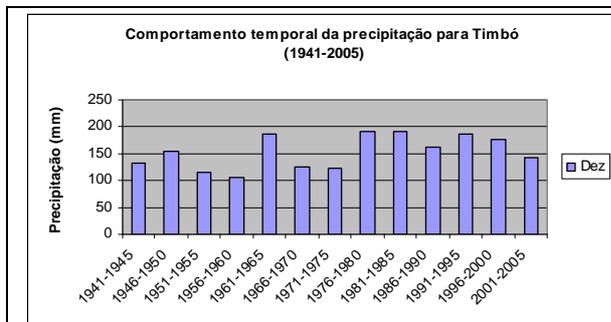


Figura 11.1 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Timbó, no período de 1941-2005

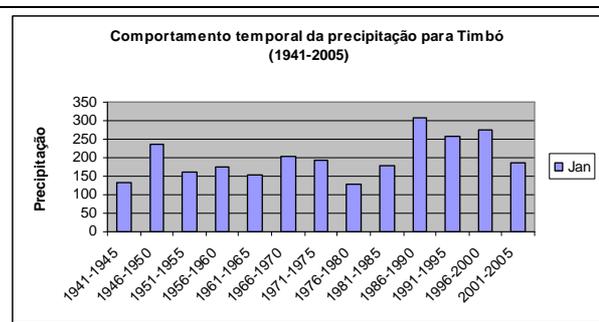


Figura 11.2 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Timbó, no período de 1941-2005

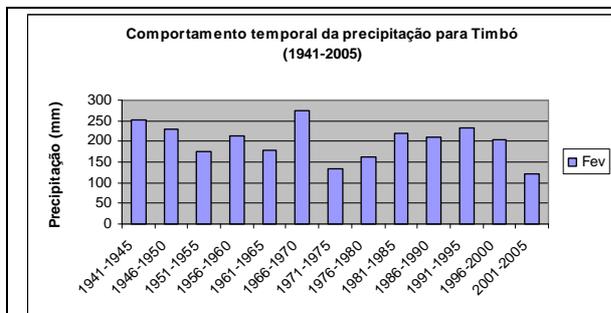


Figura 11.3 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Timbó, no período de 1941-2005

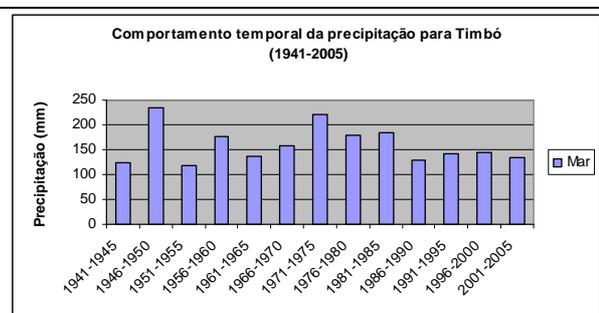


Figura 11.4 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Timbó, no período de 1941-2005

Os menores índices de precipitação foram registrados nos meses de abril e junho.

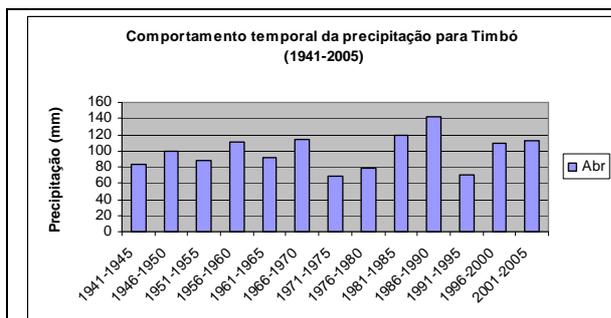


Figura 11.5 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Timbó, no período de 1941-2005

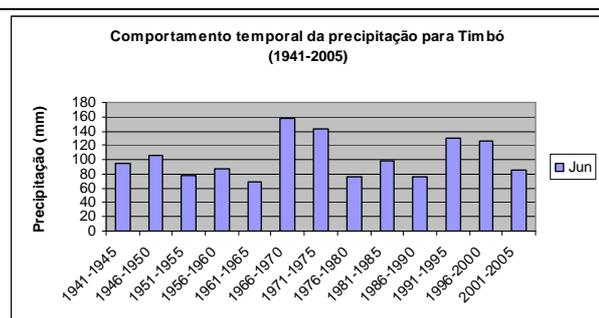
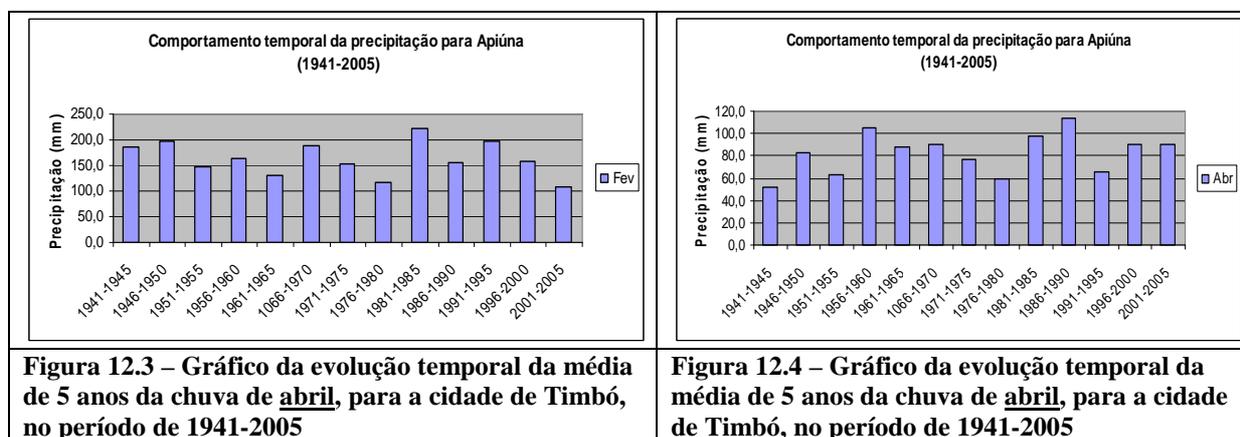
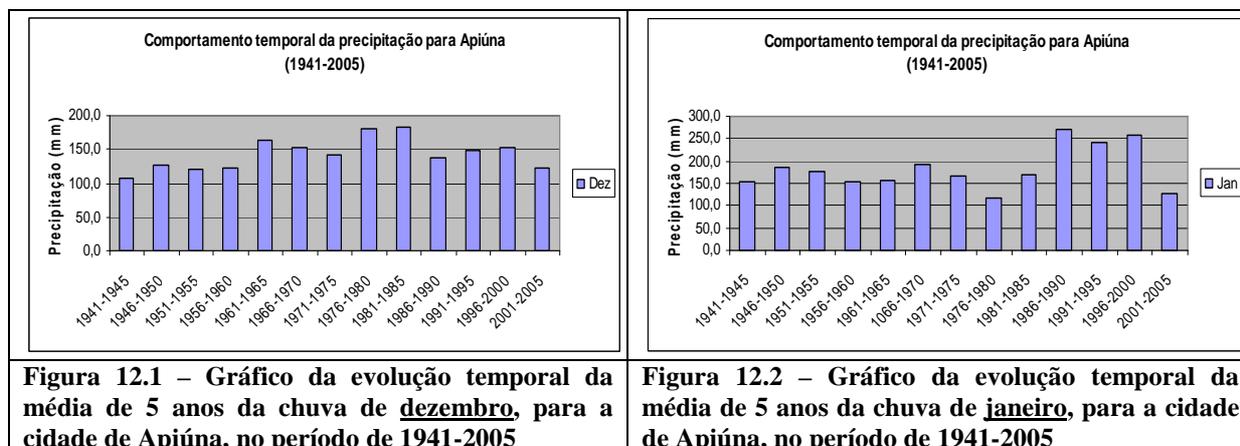


Figura 11.6 – Gráfico da evolução temporal da média de 5 anos da chuva de abril, para a cidade de Timbó, no período de 1941-2005

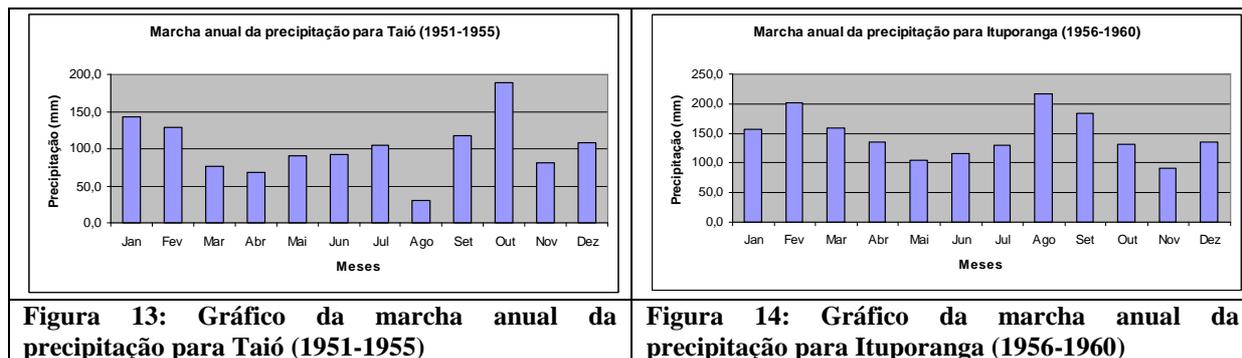
O comportamento temporal da precipitação para a cidade de Apiúna mostra que o trimestre mais chuvoso (Figura 12) foi o de DJF. Os menores índices foram registrados no mês de abril.



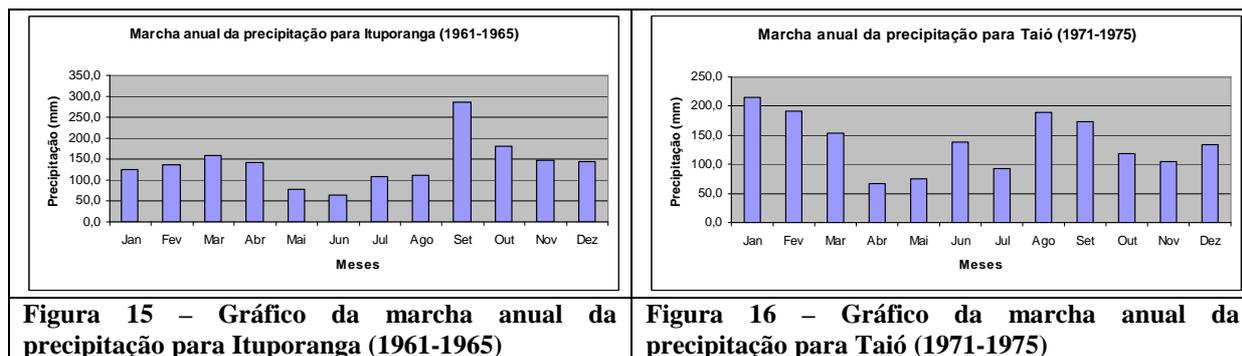
3.3 MARCHA ANUAL DA PRECIPITAÇÃO

A partir da análise da marcha anual das precipitações por período de cinco anos é possível observar valores significativamente acima ou abaixo da média climatológica para cada mês do ano.

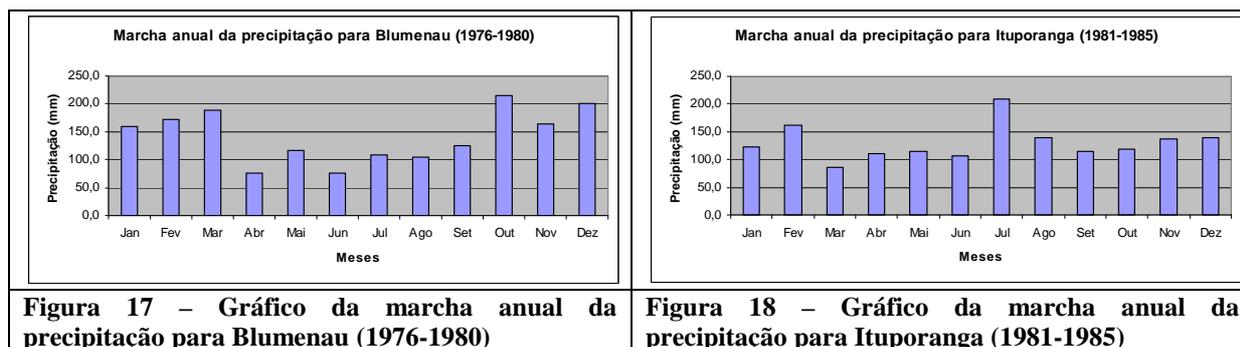
No período de 1951-1955, em todas as séries analisadas, o mês de agosto apresentou os menores valores de precipitação, com índices de cerca de 30 mm mensais. A estação de Taió foi a que apresentou os menores índices (Figura 13). No período de 1956-1960, observa-se que os meses de agosto e setembro apresentaram valores acima da média em todas as séries, com índices oscilando entre 100 mm e 200 mm. A estação de Ituporanga apresentou as maiores médias (Figura 14).



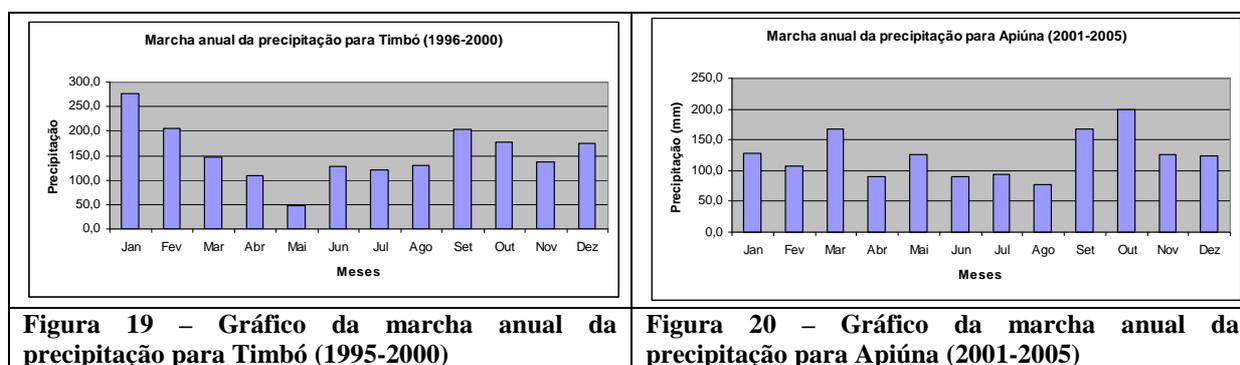
Os meses de setembro e outubro apresentaram valores acima da média nas séries analisadas, no período de 1961-1965, com índices oscilando entre 130 mm e 290 mm. Os maiores índices foram registrados em Ituporanga (Figura 15). No período de 1971-1975, os meses de agosto e setembro apresentaram valores acima da média, com índices entre 100 mm e 180 mm. Conforme figura 16, a estação de Taió registrou as maiores médias.



No período de 1976-1980, nota-se que o mês de outubro apresentou valores acima da média para todas as estações, com índices entre 160 mm e 220 mm. Os maiores valores foram registrados em Blumenau e Taió (Figura 17). No período de 1981-1985, os maiores valores registrados acima da média para as estações analisadas foram nos meses de julho, com médias oscilando entre 160 mm e 210 mm. A estação de Ituporanga apresentou médias em torno de 200 mm (Figura 18).

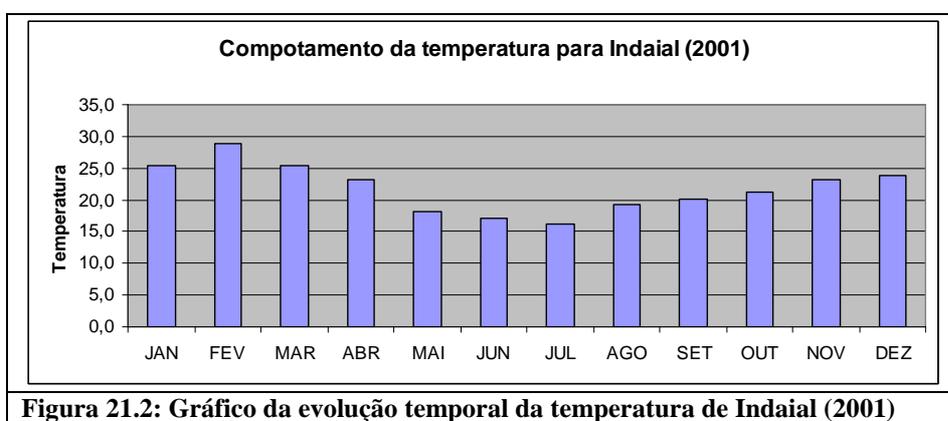
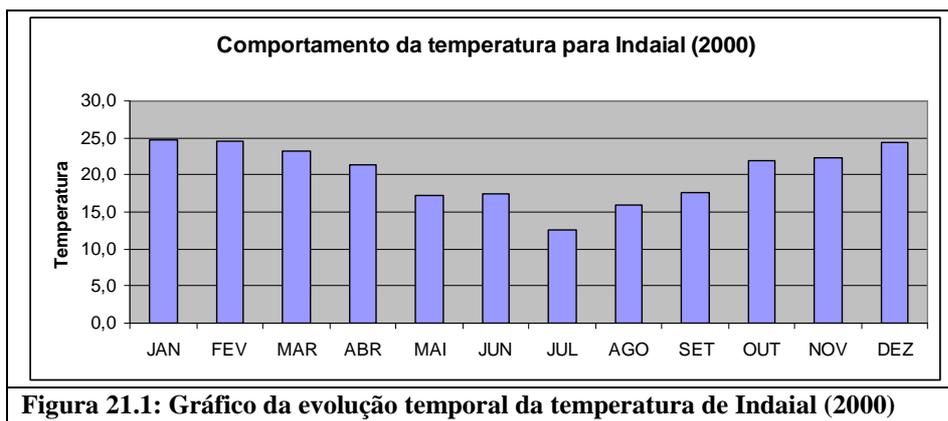


Nos períodos de 1996-2000 e 2001-2005, observa-se que os meses de setembro e outubro apresentaram valores acima da média, com valores entre 100 mm e 200 mm. Os maiores registros foram das estações de Timbó e Apiúna, no período de 1996-2000 (Figura 19) e Apiúna no o período de 2001-2005 (Figura 20) , alcançando índices de 200 mm.

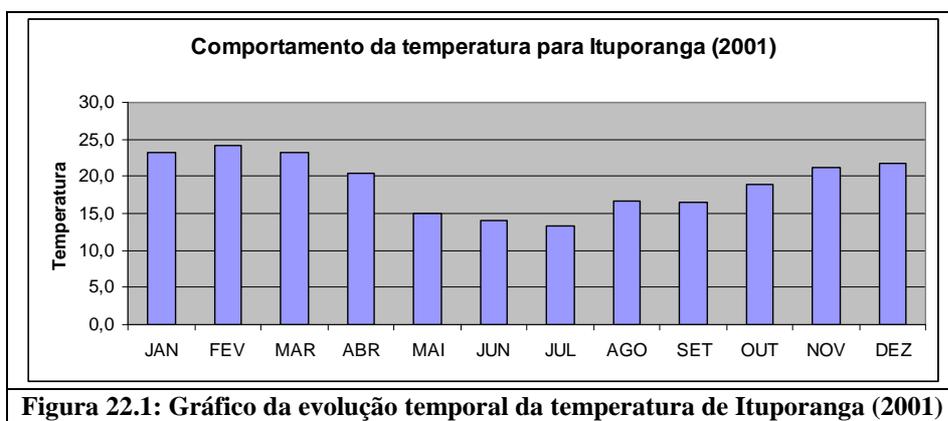


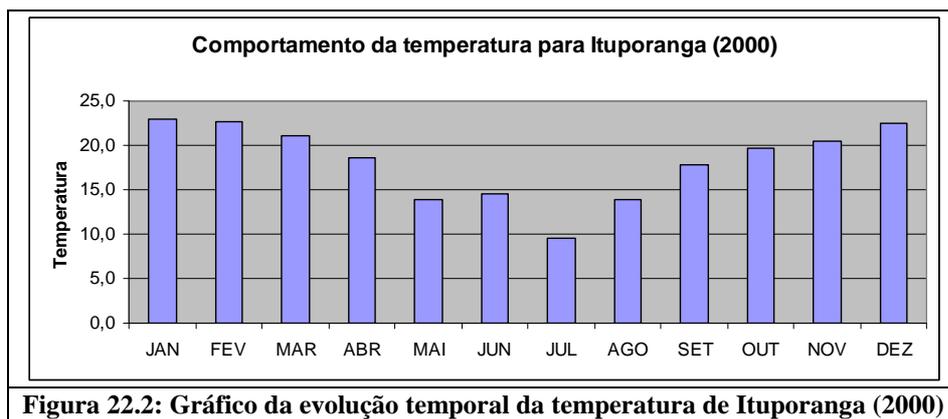
3.3 COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA PARA INDAIAL E ITUPORANGA

Os trimestres que registraram as temperaturas mais altas na estação de Indaial foram DJF, JFM, com médias mensais entre 23°C e 29°C. O ano de 2001 registrou as temperaturas mais altas (Figura 21). As temperaturas mais baixas foram registradas nos meses de julho e agosto, com médias oscilando entre 13°C e 17°C. O mês de julho do ano 2000 registrou a menor média.



Na estação de Ituporanga os maiores registros foram nos trimestres de DJF, JFM, com médias mensais entre 20°C e 24°C. As maiores médias foram registradas em 2001. Nos meses de junho e julho as médias oscilaram entre 10°C e 15°C. A menor média foi registrada no ano 2000, de acordo com a figura (22).





5- CONCLUSÃO

Observa-se que resultados são consistentes com os de Nery, Baldo e Martins (2000). As maiores médias de precipitação no Vale do Itajaí estão concentradas nos trimestres DJF e JFM, especialmente nos meses de janeiro e fevereiro. O trimestre com menor índice de precipitação é MJJ, sendo os meses de junho e julho os que apresentam os menores índices.

A variabilidade interanual mostra que o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) interfere na intensidade da precipitação no Vale do Itajaí. O período de 1981-1985 foi o que apresentou as maiores médias do período analisado. O sinal mais marcado deste evento foi no ano de 1983, que apresentou anomalias positivas de precipitação na região. Contudo, nota-se que a ocorrência de anomalias positivas ou negativas nem sempre estão associadas ao fenômeno ENOS, ocorrendo sinais importantes em períodos em que este fenômeno não esteve presente. No período de 1951-1955 ocorreram dois episódios de El Niño, sendo um de forte intensidade. Neste mesmo período, foram registrados as menores médias de precipitação nas cinco séries analisadas.

Uma leve tendência nos índices de precipitação foi observada no mês setembro na série histórica de Blumenau e no mês de novembro na série histórica de Ituporanga.

O teste de Mann-Kendall apresenta uma tendência positiva nos índices de precipitação, com significância estatística de 95%, para as séries temporais de Ituporanga, Taió, Timbó e Apiúna.

As maiores médias de temperatura foram registradas nos trimestres DJF e JFM, notadamente nos meses de janeiro e fevereiro. O trimestre MJJ apresentou os menores índices de temperatura, sendo que os meses de junho e julho registraram as menores médias.

6- REFERÊNCIAS

ICHIBA, S. H. K.; NERY, J. T.; MARTINS, M. de L. O. F. Variabilidade da precipitação pluviométrica em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização para o território brasileiro ao longo do século XXI.** MMA, Brasília, 2006, 163 p.

MARENGO; J. A.; NOBRE, C. Lições do Catarina e do Katrina: as mudanças do clima e os fenômenos extremos. *Ciência Hoje*, v. 37, n. 221, p. 22-27, nov. 2005.

NERY, J. T.; BALDO, M. C.; MARTINS, M. de L. O. O comportamento da precipitação na bacia do Itajaí. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 5, p. 1429-1435, 2000.

OLIVA, F. G.; CAMPOS, I. B. P. de.; SILVA, M. G. A. J. da. Análise das tendências do vento e da temperatura do ar em região da Antártida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2010, Belém. **Anais...** Belém, 2010.

SEVERO, D. L. ; SILVA, H. S. ; TACHINI, M. . Análise de Séries Temporais de Vazão e Precipitação na Bacia do Rio Itajaí-Açú. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2008.

SILVA, H. S. ; BERNARDI, A. K. ; BOGO, A. J. . Análise dos Dados Climáticos de Blumenau para Aplicações ao Projeto do Ambiente Construído - Parte I: Temperatura. In: Mercofrio 2006 - V Congresso de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação do Mercosul, 2006, Porto Alegre - RS. **Anais do V MERCOFRIO**, 2006.

SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. Avaliação de tendência de temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 462-472, set /dez 2009.