

## COMPORTAMENTO CLIMÁTICO AO LONGO DO RIO TIETÊ: APLICAÇÕES ENVOLVENDO TESTES ESTATÍSTICOS.

Mariana Rozendo Fontolan  
Universidade Católica de Campinas  
marianafontolan@hotmail.com

Denise Helena Lombardo Ferreira  
Universidade Católica de Campinas  
lombardo@puc-campinas.edu.br

Júlio César Penereiro  
Universidade Católica de Campinas  
jcp@puc-campinas.edu.br

### CLIMATOLOGIA: APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

#### RESUMO:

Este trabalho tem como objetivo usar a análise estatística para identificar tendências anuais da temperatura e precipitação pluviométrica de algumas cidades que se situam ao longo do rio Tietê, no Estado de São Paulo. Foram empregados os dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (IAC). Para cada série histórica foram realizadas análises de regressão linear e os testes não paramétricos de Run, Mann-Kendall e Pettitt, visando identificar a presença de tendência. Das cinco localidades estudadas, duas delas registraram tendências positivas para a temperatura e apenas uma apresentou tendência negativa para a precipitação pluviométrica.

**Palavras-chave:** Tendência climática; testes estatísticos; séries temporais; educação ambiental

#### ABSTRACT:

This work has as aim use the statistical analysis to identify annual tendencies of temperature and pluviometrical precipitation of some cities situated along the Tietê river, in São Paulo State. The data from the Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (IAC) were applied. For each historical series analysis of linear regression and the non-parametrical tests of Run, Mann-Kendall and Pettitt were developed, aiming to identify the presence of a tendency. Considering the five studied locations, two of them have registrated positive tendencies for temperature and only one of them have presented negative tendency for pluviometric precipitation.

**Keywords:** Climate tendencies; statistical tests; time series; environmental education

#### Introdução

Diversos conteúdos existentes na Matemática e Estatística podem ser usados para descrever e interpretar dados em diferentes áreas do conhecimento, podendo favorecer em tomadas de decisões mais objetivas e coerentes. Tendo em vista a ocorrência de diversos problemas ambientais, parece oportuno fazer uso desses conteúdos relacionados com as questões ambientais.

O clima é considerado como elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente, pois exerce influência direta nos processos tanto de ordem física quanto biológica, assim como na sociedade de um modo geral, visto que constitui num recurso essencial para a vida e para as atividades humanas (CHRISTOFOLETTI, 1993).

A possibilidade de mudanças climáticas nos regimes de temperatura e precipitação pluviométrica é frequentemente apontada como causada pela interferência do homem no meio

ambiente, especialmente devido aos grandes desmatamentos e queimadas (SERRA FILHO *et. al.*, 1975), além da crescente urbanização sem planejamento adequado que vem ocorrendo nas últimas décadas (KARL *et. al.*, 1988).

Atualmente se reconhece que várias mudanças climáticas globais ocorreram ao longo da história evolutiva planetária, induzindo, conseqüentemente, novas organizações nos ecossistemas. Estudos demonstram a relação entre o aquecimento atmosférico, as mudanças climáticas globais e seus efeitos na distribuição dos ecossistemas, levando a profundas alterações na atual composição da biodiversidade. Com o aquecimento global, em um futuro próximo, espera-se um cenário de clima mais extremo com ocorrências mais frequentes de secas, inundações, tempestades tropicais e ondas de calor (SALATI *et. al.*, 2004).

Pode-se verificar em determinadas regiões do planeta uma tendência da temperatura média do ar aumentar ou diminuir ao longo do tempo. Tal comportamento sugere a existência de oscilações com periodicidade muito amplas, geralmente referidas como oscilações seculares. A influência do homem pode provocar mudanças nos níveis da temperatura do ar, possibilitando aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera (advindo da queima de combustíveis fósseis e do desflorestamento), a quantidade de partículas em suspensão (produção industrial) e a produção de calor (VAREIJÃO-SILVA, 2001).

A realização de medições de índices de precipitação pluvial é importante em diferentes contextos, tais como, produção da cultura, manejo dos recursos hídricos, avaliação ambiental, erosão hídrica, dentre outros. A obtenção da correta distribuição espacial para precipitação é relevante no planejamento agrícola, no que diz respeito à instalação de novas áreas de manejo. Além da influência na agricultura, períodos de estiagens muito longos afetam o nível de água dos mananciais e dos reservatórios das usinas hidrelétricas, trazendo graves conseqüências para o abastecimento urbano e para a geração de energia elétrica. Não obstante, a quantificação das chuvas com intensidades superiores ao suporte do ambiente é importante no planejamento agrícola e ambiental, pois possibilita um correto dimensionamento das obras, tanto na construção civil quanto na conservação do solo (VIEIRA; CARVALHO, 2001).

Na presente pesquisa optou-se por estudar as temperaturas e precipitações pluviométricas ao longo do percurso do rio Tietê. Este rio é famoso por sua grande extensão (1.100 quilômetros), com sua nascente situada na cidade de Salesópolis (dentro da região metropolitana da capital paulista), atravessando todo o Estado de São Paulo de Norte para Sul. O rio Tietê é de extrema importância, pois nele se situam barragens e pequenas usinas hidrelétricas que contribuem para a geração de energia da grande São Paulo, além do que, em alguns trechos, o mesmo é utilizado para a navegação pluvial, movimentando toneladas de grãos ao longo das safras agrícolas. Embora seja um dos rios mais importantes economicamente para o Estado de São Paulo, ele também é conhecido pelos seus problemas ambientais, pois vem sofrendo os impactos impostos pela poluição ocasionada, na maioria das vezes, pelo crescimento desordenado das cidades.

Tendo em vista a importância deste rio do ponto de vista social e econômico, realizou-se um estudo sobre a tendência da precipitação pluviométrica e temperatura média de algumas localidades no Estado de São Paulo por onde o rio Tietê atravessa. A meta do estudo foi compreender como se processou a evolução climática baseado nas séries históricas das medidas dessas variáveis climáticas e, por conseguinte, poder identificar eventuais tendências climáticas significativas. Estudos neste sentido visam contribuir para uma reflexão a respeito dos impactos ambientais locais em diversos setores da sociedade. Para tanto, foram empregados os dados de medições climatológicas do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – IAC (CIIAGRO, 2012), coletados em várias localidades espalhadas pelo território paulista. Por meio das informações contidas nas séries dos dados, foram calculados e analisados, via regressão linear por médias móveis e suavizações, além de análises de tendências por testes não paramétricos, eventuais ocorrências de tendências nas variáveis climáticas de interesse.

### Materiais e Métodos

A partir do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (CIIAGRO, 2012) foi possível trabalhar com as amostras de dados desejados para um amplo estudo estatístico. Diante dessa possibilidade, obteve-se uma extensa base de dados relacionados às variáveis climáticas de temperatura e de precipitações pluviométricas de cinco municípios localizados no Estado de São Paulo que se situam nas proximidades da calha do rio Tietê.

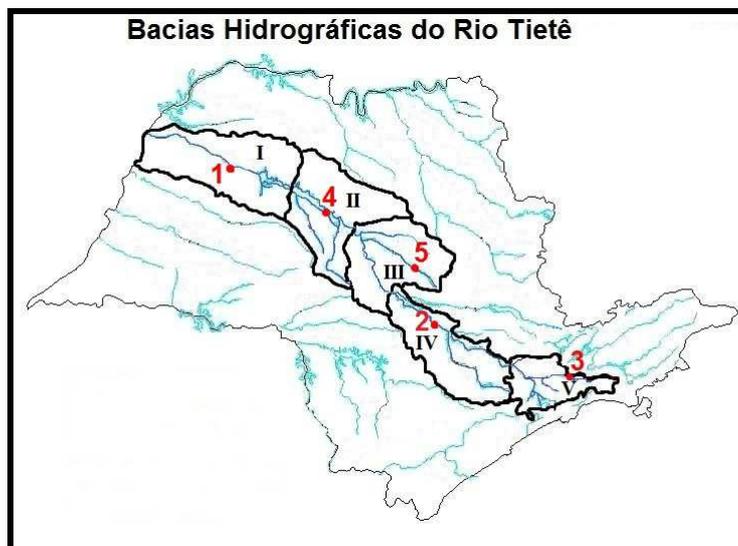
Na Tabela 1 são mostrados os nomes dos municípios nos quais se encontram as estações de medição do IAC, assim como suas coordenadas (latitude e longitude), as variáveis estudadas (P – precipitação pluviométrica e T – temperatura média do ar), o período das séries históricas, as bacias hidrográficas dos locais onde foram coletados os dados.

As localizações aproximadas das cidades estão indicadas no mapa do Estado de São Paulo (Figura 1), respeitando a numeração da Tabela 1 e as respectivas bacias a que pertencem.

**Tabela 1.** Localização dos municípios trabalhados nesta pesquisa.

Município	Latitude	Longitude	Variável	Período da série	Bacia Hidrográfica
1 - Araçatuba (rio Tietê)	21°03'	50°28'	1P	1957 a 2004	I – Alto Tietê
	-	-	1T	1997 a 2011	
2 - Tatuí (rio Sorocaba)	23°22'	47°52'	2P	1938 a 2010	IV – Tietê/Sorocaba
	-	-	2T	1954 a 2010	
3 - Mogi das Cruzes (rio Tietê)	23°32'	46°10'	3P	1983 a 2010	V – Baixo Tietê
	-	-	3T	1983 a 2010	
4 - Reginópolis (rio Batalha)	21°53'	49°14'	4P	1943 a 2000	II – Tietê/Batalha
	-	-	4T	1995 a 2010	

5 - Araraquara (rio Jacaré Guaçu)	22°01'	47°54'	5P	1936 a 1998	III – Tietê/Jacaré
	-	-	5T	1993 a 2011	



**Figura 1.** Locais no Estado de São Paulo por onde corta o rio Tietê e suas bacias hidrográficas: I - Alto Tietê; II - Tietê/Batalha; III - Tietê/Jacaré; IV – Tietê/Sorocaba e V- Baixo Tietê.

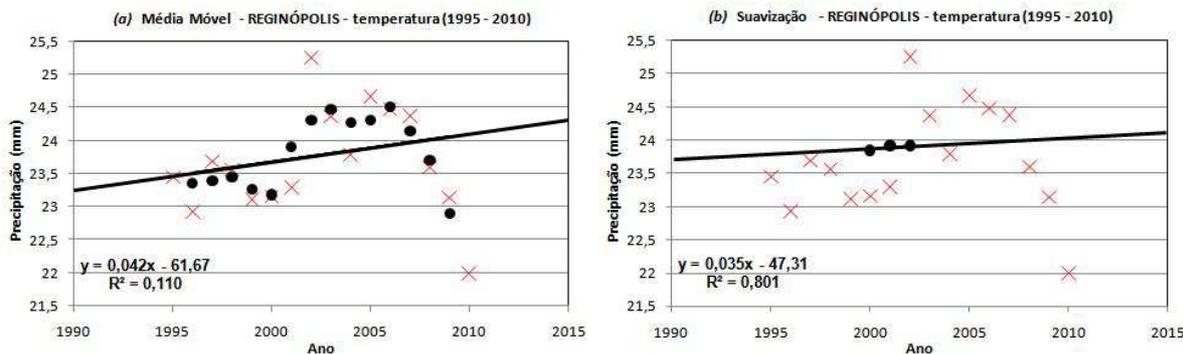
Após o levantamento e organização dos dados, foram desenvolvidos os modelos matemáticos e estatísticos empregando o programa *Microsoft Excel*. Para as análises estatísticas foram empregados e aplicados os métodos de regressão linear, por meio das médias móveis e das suavizações, além dos testes não paramétricos, em particular o teste de Run (THOM, 1996) os de Mann- Kendall (SNEYERS *et al.*, 1990) e de Pettitt (PETTITT, 1979), a cada série histórica das variáveis citadas na Tabela 1. Desta forma, foi possível inferir se ocorrem, e quando, tendência numa determinada série histórica para a amostra estudada.

## Resultados e Discussões

Visando as análises das eventuais tendências nas variáveis climáticas de interesse, o primeiro procedimento adotado foi a realização dos cálculos das médias móveis e das suavizações para posterior cálculo da regressão linear visando o ajuste do comportamento de cada série histórica. Isso possibilitou fazer um pré-julgamento da eventual ocorrência de tendência da mesma.

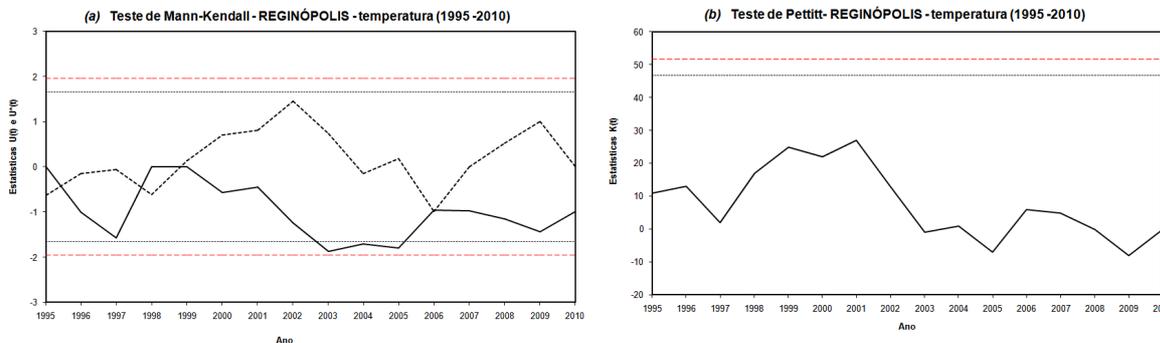
Para apresentar como foram realizadas as análises estatísticas e os resultados alcançados optou-se por mostrar as reduções dos dados e gráficos da cidade de Reginópolis (localidade 4 da Tabela 1), localizada no curso do rio Batalha e na bacia Tietê/Batalha (local II da Figura 1).

A Figura 2 corresponde aos dados de temperatura desta cidade, com média móvel (Figura 2a) e suavização (Figura 2b), respectivamente, no qual por meio do ajuste linear, tanto usando médias móveis ou suavizações, pode-se identificar uma tendência de crescimento no intervalo dos anos de 1995 a 2010. A equação linear mostrada na figura revela o coeficiente angular (a) positivo, demonstrando um crescimento desta variável para este teste.



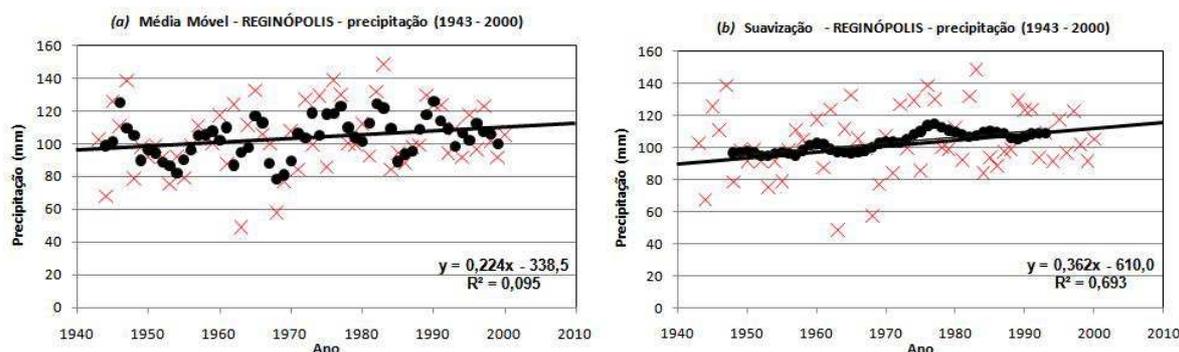
**Figura 2.** Evolução da temperatura de Reginópolis, com a média móvel dos dados (a) e suavização (b), no intervalo de tempo de anos (1995-2010) (Em ‘x’ as médias anuais de temperatura, e em círculos as médias móveis e suavizações).

Por meio da Figura 3a, verifica-se o comportamento da temperatura média de Reginópolis, empregando o teste de Mann-Kendall. Neste caso o referido teste é válido, pois o cruzamento das curvas  $U(t_n)$  e  $U^*(t_n)$  ocorreram dentro do intervalo de confiança, sugerindo que possa haver tendência dessa variável climática (BACK, 2001). O emprego do teste de Pettitt está mostrado no gráfico da Figura 3b. Percebe-se que este teste apresentou-se não válido, pois a estatística  $K(t)$  não cruza nenhum dos intervalos de confiança, em que pese ocorrer uma mudança brusca no comportamento da mesma. Sendo assim, não se confirma a presença de uma tendência na temperatura média desta localidade.



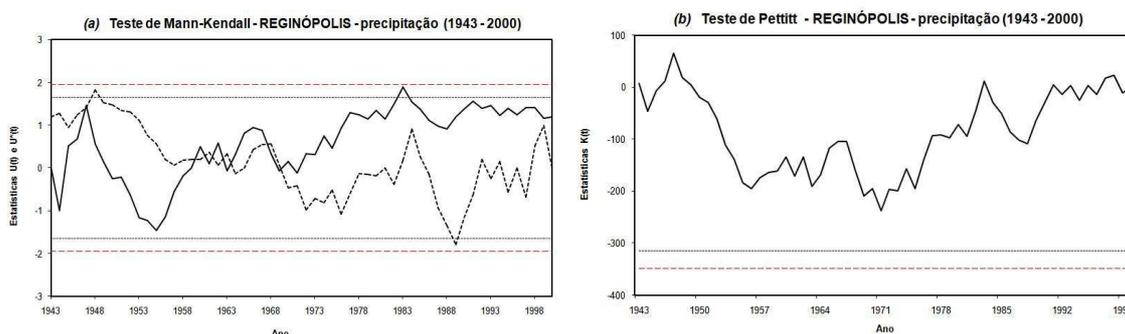
**Figura 3.** (a) Gráfico do teste de Mann-Kendall com cruzamentos das curvas estatísticas  $U(t_n)$  e  $U^*(t_n)$  dentro dos intervalos de confiança. (b) Gráfico do teste de Pettitt inválido.

Os dados de precipitação para Reginópolis foram avaliados seguindo os mesmos procedimentos descritos acima. Como no caso da temperatura média, por meio de ajuste linear para as médias móveis e suavizações, obteve-se coeficiente angular com valor positivo, isso sugere que possa haver tendência de crescimento nesta série de dados de precipitação nesta localidade.



**Figura 4.** Evolução da precipitação pluviométrica em Reginópolis, com a média móvel dos dados (a) e suavização (b), no intervalo de tempo de anos (1943-2000) (Em ‘x’ as médias anuais de precipitação, e em círculos as médias móveis e suavizações).

No que tange ao teste de Mann-Kendall, este apresentou validade, visto que ocorreram cruzamentos das curvas estatísticas  $U(t_n)$  e  $U^*(t_n)$ , como indica o gráfico da Figura 5a. Porém, uma situação oposta foi identificada ao aplicar o teste de Pettitt. Neste teste a curva estatística  $K(t)$ , mostrada no gráfico da Figura 5b, não cruzou os intervalos de confiança de 5% e 10%, impossibilitando a confirmação de uma tendência para esta série de dados.



**Figura 5.** (a) Gráfico do teste de Mann-Kendall com cruzamentos das curvas estatísticas  $U(t_n)$  e  $U^*(t_n)$  dentro dos intervalos de confiança. (b) Gráfico do teste de Pettitt inválido.

Na Tabela 2 estão resumidas todas as informações obtidas a partir dos procedimentos de reduções de dados empregando os testes estatísticos paramétricos e não paramétricos. Nessa tabela são indicados, para as mesmas variáveis da Tabela 1, os valores do coeficiente angular (a), da qualidade do ajuste ( $R^2$ ), do intervalo de confiança em 95%, os resultados extraídos pelo emprego dos testes de Run (o valor de “z” calculado), de Mann-Kendall e de Pettitt. Nestes dois últimos testes foram adotados os resultados como “dentro” (se a tendência se confirma dentro dos limites críticos dos intervalos de confiança bilateral) ou “fora” (no caso de não se confirmar tendência). Finalmente, o resultado final da tendência está indicado na última coluna da tabela, sendo adotada a seguinte convenção: (?) para indefinição, (+) para aumento e (–) diminuição da tendência, além do ano de ocorrência desta.

Dentre as cinco localidades analisadas pelas análises de regressão linear, com exceção do município de Mogi das Cruzes, em todas as outras foram detectados indícios de aumento nos índices de precipitações pluviométricas. Isso ocorreu devido ao fato que os coeficientes angulares das retas para as suavizações resultaram ser positivos ( $a > 0$ ). Em contra partida, para as séries históricas de temperatura média, com exceção de Araçatuba que apresentou  $a < 0$ , todas as outras localidades acusaram indícios de aumento nos índices dessa variável climática.

Em relação à qualidade dos ajustes realizados por meio da regressão linear, vale lembrar que quanto mais próximo da unidade for o valor do índice  $R^2$ , menor é a dispersão dos dados tratados e, conseqüentemente, melhor o ajuste realizado com a função linear nos pontos trabalhados. Numa simples análise da Tabela 2 é possível identificar que a amostra das séries históricas trabalhada apresenta uma ampla gama de valores, situando-se no intervalo entre 0,0139 e 0,9575 (por coincidência, justamente para a precipitação e temperatura medidas em Araraquara, respectivamente).

**Tabela 2.** Resultados dos testes paramétricos e não paramétricos para precipitações e temperaturas para séries históricas suavizadas. Em parênteses, idem para ajustes das médias móveis.

Variável	a	R <sup>2</sup>	Intervalo de confiança	Teste de Run (z calculado)	Mann-Kendall	Pettitt	Tendência
1P	0,364 (0,0721)	0,2327 (0,058)	0,1337 a 0,5943 (-20,465 a 0,3584)	-1,4589	dentro	fora	(?)
1T	-0,0121 (-0,0335)	0,9975 (0,2726)	-0,0197 a -0,0044 (-0,0698 a 0,0028)	-1,3282	dentro	fora	(?)
2P	3,5872 (0,1706)	0,5872 (0,0641)	2,8037 a 4,3707 (0,0104 a 0,3308)	0,8573	dentro	fora	(?)
2T	0,0368 (0,0389)	0,8281 (0,7282)	0, 0322 a 0,0426 (0,0321 a 0,0456)	-2,8509	dentro	dentro	(+)1972
3P	-6,693 (-9,2616)	0,4014 (0,7592)	-10,3072 a -3, 0788 (-12,2514 a 6,2717)	-1,1554	dentro	fora	(?)
3T	0,0483 (0,0562)	0,7525 (0,8796)	0,0350 a 0,0616 (0,0273 a 0,0452)	-1,5802	dentro	dentro	(+)1993
4P	0,0362 (0,2241)	0,69350 (0,0949)	-0,0031 a 0,0818 (-0,0336 a 0,1190)	0,1335	dentro	fora	(?)
4T	0,0350 (0,0420)	0,8010 (0,1100)	-0,1898 a 0,261 (-0,0336 a 0,119)	-2,0702	dentro	fora	(?)
5P	0,0744 (-0,1221)	0,0139 (0,0176)	-0,1052 a 0,2541 (-0,3597 a 0,1155)	0,8573	dentro	dentro	(-)1983
5T	0,0284 (0,0255)	0,9575 (0,3765)	0,0215 a 0,03531 (0,0074 a 0,0435)	-1,1713	dentro	fora	(?)

(?) tendência não detectada ou não confirmada; (+) tendência crescente e (-) tendência decrescente.

No que concerne ao intervalo de confiança (IC), que representa a probabilidade do coeficiente angular (a) de uma variável encontrar-se no intervalo calculado de 95% dos dados, os valores encontrados dependem da variável climática que está sendo tratada. Por esta razão ocorreu uma grande distribuição de intervalos, como mostrados na Tabela 2.

Embora as análises realizadas pelo método paramétrico da regressão linear representem as possibilidades de eventuais tendências das séries históricas estudadas, este procedimento é limitado para se tomar uma decisão relativa se a amostra trabalhada sofreu ou não tendência. Uma alternativa para aprimorar essa limitação é a de realizar análises com o auxílio dos procedimentos da estatística não paramétrica, como no caso os testes de Run, Mann-Kendall e Pettitt.

Segundo Back (2001), para que haja possível tendência ao aplicar o teste de Run é necessário que o valor de “z” calculado esteja fora do intervalo ao nível de 5% de significância (-1,96 a +1,96). Diante dos resultados apresentados na Tabela 2, tanto o índice de temperatura média da cidade de Tatuí (-2,8509) quanto de Reginópolis (-2,0702) satisfizeram essa condição, indicando possível tendência desta variável nestas localidades. As medidas de precipitações pluviométricas e de temperaturas médias registradas pelas outras estações contidas nas séries históricas estudadas não acusaram valores significativos do valor de “z”, indicando não haverem tendências por este teste.

No entanto, segundo afirmam Goossens e Berger (1986), o teste sequencial de Mann-Kendall é o método mais apropriado para analisar mudanças climáticas numa série histórica. Isso ocorre por que este teste permite detectar e localizar, de forma aproximada, o ponto inicial de uma determinada tendência. Além disso, neste teste se considera que, na hipótese de estabilidade de uma série de dados, a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples). Um fato marcante foi estabelecido ao reduzir os dados por meio do teste de Mann-Kendall. Para todas as localidades foram acusadas tendências nas duas variáveis climáticas (precipitação e temperatura média), visto que ocorreram cruzamentos das curvas estatísticas  $U(t_n)$  e  $U^*(t_n)$ .

Como uma alternativa adicional às análises dos dados, ao empregar o teste de Pettitt, que é um procedimento que utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney, em que se verifica se duas amostras  $Y_1, Y_2, \dots, Y_t$  e  $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_T$  são ou não da mesma população (FREUND, 2006). A estatística desenvolvida permite localizar o ponto em que houve uma mudança brusca na média de uma série (Back, 2001). Ao aplicar este teste na amostra estudada, constatou-se que duas localidades (Tatuí e Mogi das Cruzes) acusaram mudança brusca na temperatura média e apenas uma (Araraquara) acusou este comportamento na precipitação pluviométrica.

Concluindo estas análises, observando a Tabela 2 e fazendo um cruzamento entre os comportamentos dos testes de Mann-Kendall com o de Pettitt, verificou-se que, definitivamente, ocorreram tendências confirmadas para aumento das temperaturas médias em Tatuí, a partir de 1972, e em Mogi das Cruzes, com início em 1993. Da mesma maneira, pode-se dizer que ocorreu o decréscimo no índice de precipitações em Araraquara a partir de 1983. Nota-se que nestes casos, os dois testes apresentaram tendências dentro dos intervalos dos níveis de significância de 5% (-1,96 a +1,96) e 10% (-1,65 a +1,65).

### Considerações finais e perspectivas

Em que pese o presente trabalho apresentar apenas os gráficos relativos às reduções dos testes estatísticos (paramétricos e não paramétricos) para uma localidade nas variáveis climáticas de medições em temperatura média e precipitação pluviométrica, a Tabela 2 resume todas as análises das reduções efetuadas em localidades situadas ao longo do rio Tietê.

As análises dos testes não paramétricos revelam que para os dados anuais de temperatura média das localidades trabalhadas, apenas os municípios de Tatuí e Mogi das Cruzes apresentaram tendência de crescimento e nada foi verificado para as demais localidades medidas pelas estações do IAC. No entanto, para as medições da série histórica de precipitação pluviométrica, apenas a cidade de Araraquara apresentou tendência de decréscimo confirmada no ano 1983.

A identificação de tendências climáticas por meio de análises de regressão linear, em consonância com os testes de Run, Mann-Kendall e Pettitt, pode ser um instrumento valioso para possíveis tomadas de decisões quanto às estratégias relacionadas aos impactos ambientais.

É intuito continuar a pesquisa procurando relacionar os testes aqui apresentados para a verificação das ocorrências de tendências com a influência de atividades antrópicas, como o impacto causado pelo funcionamento de barragens, os desmatamentos florestais e a ocupação territorial urbana. Tentar-se-á verificar as datas aproximadas a partir da entrada do funcionamento ou do incremento dessas atividades com as quebras de tendências nas variáveis climáticas empregando os testes acima relatados.

### Referências Bibliográficas

- BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, A. Implicações climáticas relacionadas com as mudanças climáticas globais. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, v. 23, n.45-46, p.18-31, 1993.
- CIIAGRO. Centro integrado de informações agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br>> Acesso em: 25 fev. 2012.
- FREUND, J. E. **Estatística Aplicada: Economia, Administração e Contabilidade**, 11ª ed., Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.
- GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v. 4, n. B4, 1986.
- KARL, T.R.; DIAZ, H.F.; KUKLA, G. Urbanization: its detection and effect in the United States climate record. **Journal of Climate**, v.1 n.11, p.1099-1123, 1988.
- PETTITT, A. N. A non-parametric approach to the change-point problem. **Applied Statistics**, v. 28, n. 2, p.126-13, 1979.

SALATI, E.; SANTOS, A. A.; NOBRE, C. As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros. 2004. Disponível em: <[www.comciencia.br/reportagens/clima/clima14.htm](http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima14.htm)> Acesso em: 26 jul. 2012.

SERRA FILHO, R.; CAVALLI, A.C.; GUILLAUMON, J. R.; CHIARINI, J. V.; NOGUEIRA, F. P.; IVANCKO, C. M. A. M.; BARBIERI, J. L.; DONIZELI, P. L.; COELHO, A. G. S.; BITTENCOURT, I. Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v.11, p.1-56, 1975.

SNEYERS, R.; VANDIEPENBEECK, M.; VANILIERDE, R.; DEMAREE, G. R. Climatic changes in Belgium as appearing from the homogenized series of observations made in Brussels – Uccle (1933-1988) In: SCHIETECAT, G. D. (Ed.). **Contributions à l'étude des changements de climat**. Bruxelles: Institut Royal Meteorologique de Belgique, Publications Série 124, 1990. p. 17-20.

THOM, H. C. S. **Some methods of climatological analysis**. Genève: World Meteorological Organization, 1966. 54p. (WMO Technical Note, 81).

VAREIJÃO-SILVA M. A., **Meteorologia e Climatologia**. 2.ed. Brasília: INMET, 2001. 532p.

VIEIRA, S. R.; CARVALHO, J. R. P. de. **Estudo da periodicidade temporal de chuvas em bacia hidrográfica dos Rios Turvo/Grande** - uma proposta. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2001. 17 p. (Documentos, 10).