

# **TENDÊNCIAS FLUVIOMÉTRICAS E PLUVIOMÉTRICAS EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DA MESORREGIÃO TRIÂNGULO MINEIRO/ALTO PARANAÍBA, ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Vítor de Oliveira Santos**

Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia  
vitordeoliv@yahoo.com.br

**Vanderlei de Oliveira Ferreira**

Professor da Universidade Federal de Uberlândia  
vanderlei@ig.ufu.br

**Vania Rosolen**

Professora da Universidade Federal de Uberlândia  
vrosolen@ig.ufu.br

## **Resumo**

A verificação de tendências na vazão dos cursos d'água é importante para identificar possíveis externalidades produzidas pelas mudanças no uso do solo ou pelas mudanças climáticas sobre a disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas. Este artigo apresenta os resultados da avaliação de tendências fluvio-pluviométricas de cinco sub-bacias do rio Paranaíba e uma do rio Grande, situadas na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG). As aceleradas mudanças no uso do solo da região desde a década de 1970, especialmente por meio da substituição de áreas de cerrado por pastagens, culturas de soja e cana-de-açúcar podem estar interferindo no comportamento hidrológico das bacias devido às influências nas taxas de infiltração e escoamento superficial. Informações históricas de pluviosidade e vazão foram analisadas para identificar sinais de mudanças. Os dados foram obtidos no sítio eletrônico da Agência Nacional de Águas–ANA. Foram construídas linhas de tendências fluviométricas e pluviométricas utilizando o programa computacional *Microsoft Office Excel 2007*. Concomitantemente foi analisada a evolução das áreas plantadas com culturas permanentes e temporárias, mediante informações disponibilizadas pelo banco de dados SIDRA–IBGE. Os resultados mostram que as tendências das vazões mínimas e máximas, assim como as tendências no volume de chuvas, possuem comportamentos diferentes nas sub-bacias, guardando relações com as mudanças verificadas no uso e ocupação das terras.

**Palavras chave:** Vazão. Precipitação. Tendências. Agricultura. Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

## **RAINFALL AND FLUVIOMETRIC TRENDS IN WATERSHEDS OF TRIÂNGULO MINEIRO/ALTO PARANAÍBA, MINAS GERAIS STATE**

## Abstract

The knowledgement of the water flow Rivers is important in order to identify externalities that have been made by land use or climatic changes on water availability in the hydrographic basins. The objective of this article is to present the results of rainfall and fluviometric trends assessment carried out in five watersheds of Paranaíba and Grande Rivers (Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, MG). Since 1970, this region presents very fast land use conversion replacing original savannah vegetation to pasture, soybean and sugar cane cultivation. The mentioned land use conversion can interfere in the infiltration, runoff and hydrological dynamics in the watersheds. The evaluation was supported by historical data of rainfall and water flow generated by National Agency of Water (Agência Nacional de Águas, ANA). It was constructed the trend lines by using the software *Microsoft Office Excel 2007*. Concomitant, it was analyzed the land use conversion in temporary and permanent cultures provided by SIDRA-IBGE. The results showed that occurred changes in the maximum and minimum trends in the water flows and in the rate of the total of the rainfalls, both related to the conversion of the land use.

**Keywords:** Water flow. Rainfall. Trends. Agriculture. Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba region.

## Introdução

Um bom gerenciamento de recursos hídricos colabora para a mitigação dos riscos de escassez de água e conflitos. Neste contexto, estudos sobre o ambiente fisiográfico, em interação com as atividades humanas, nas bacias hidrográficas devem ser aprimorados, visando fornecer subsídios efetivos aos tomadores de decisão.

Não são apenas os fatores naturais que determinam o funcionamento hidrológico das bacias hidrográficas. É sabido que as ações antrópicas influenciam de forma significativa no escoamento hídrico. Mudanças no uso e ocupação das terras refletem no comportamento das vazões hídricas. O desmatamento tende a provocar aumento das vazões máximas e redução das mínimas, devido ao aumento do escoamento superficial. O reflorestamento, a impermeabilização dos solos nas áreas urbanas e determinados tipos de práticas agrícolas modificam as características hidrológicas das bacias hidrográficas.

As vazões máximas e mínimas dos cursos d'água podem apresentar tendências de incrementos ou de redução em prazos mais ou menos longos. Avaliar tais tendências é importante para identificar possíveis influências ocasionadas pelas mudanças do uso do solo. Na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, por exemplo, tem se aumentado as áreas de pastagens, culturas de soja e cana-de-açúcar em detrimento das áreas nativas de cerrado, principalmente a partir da década de 1970.

Tucci (2003) destaca que as mudanças na precipitação incidem um “impacto relativo diferenciado sobre a vazão nas bacias hidrográficas”. De acordo com Ferreira (2007, p.206), “as vazões respondem razoavelmente à variabilidade temporal e espacial da precipitação. Grandes anomalias de precipitação quase sempre resultam em anomalias de descarga de rios”.

O presente texto apresenta análise das tendências plúvio-fluviométricas nas bacias hidrográficas dos rios Araguari, Bagagem, do Prata, Tijuco, Uberaba e Uberabinha, sub-bacias da bacia do rio Paranaíba e do rio Grande. Os resultados foram relacionados com o avanço quantitativo das áreas agrícolas, utilizando dados históricos da Produção Agrícola Municipal – PAM, disponibilizados no sítio eletrônico do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA). O objetivo do estudo foi avaliar se as mudanças no uso do solo, juntamente com a quantidade de precipitação, refletem em alterações na dinâmica hídrica das sub-bacias considerando que as terras destas sub-bacias são intensivamente usadas com atividades agropecuárias.

### **Metodologia e técnicas da pesquisa**

Para a determinação das tendências flúvio-pluviométricas das sub-bacias, foram utilizadas séries históricas de dados pluviométricos e fluviométricos obtidos no portal do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas - ANA. Os dados pluviométricos foram adotados para identificar sinais de mudanças no regime de chuvas. Os dados fluviométricos foram adotados para avaliar as tendências de vazão dos cursos d’água principais das bacias. Foram analisadas 11 estações pluviométricas e 10 estações fluviométricas.

Pelo fato de a precipitação ser um fenômeno amplamente variável e aleatório, influenciado por diversos fatores terrestres e atmosféricos, a compreensão mais realista do seu regime deve ser feita por meio da análise de dados diários coletados em um intervalo mínimo de 30 anos (Francisco, 1991). Sendo assim, foram selecionadas séries históricas de precipitação iniciadas antes da década de 1970, totalizando um intervalo de 30-40 anos, aproximadamente (Tabela 1).

As séries históricas de dados fluviométricos têm início na década de 1940 para a maioria dos cursos d’água selecionados. Tucci e Braga (2003) consideram que séries hidrológicas longas permitem uma melhor análise das tendências em longo prazo. Portanto, a presente pesquisa contou com séries históricas de mais de 60 anos, em sua maioria (Tabela 2).

Tabela 1 - Lista de estações pluviométricas

Nome da Estação	Código da Estação	Bacia	Período de Dados
Desemboque	2047037	Rio Araguari	1972 - 2009
Estrela do Sul	1847001	Rio Bagagem	1941 - 2009
Iraí de Minas (ANA)	1847010	Rio Bagagem	1966 - 2009
Fazenda Buriti do Prata	1949002	Rio da Prata	1967 - 2009
Ponte do Prata	1949006	Rio da Prata	1967 - 2009
Ituiutaba	1849000	Rio Tijuco	1967 - 2009
Monte Alegre de Minas	1848000	Rio Tijuco	1941 - 2009
Fazenda Paraíso	1948005	Rio Tijuco	1967 - 2009
Uberaba	1947016	Rio Uberaba	1966 - 1998
Fazenda Letreiro	1948006	Rio Uberabinha	1974 - 2009
Xapetuba	1848009	Rio Uberabinha	1975 - 2009

A análise dos dados de vazão foi realizada com o programa SISCAH (Sistema Computacional para Análises Hidrológicas), disponibilizado pela ANA que permite o cálculo das vazões mínimas, máximas e médias, período de retorno, curva de permanência e outros instrumentos de análise hidrológica.

Para traçar as linhas de tendências fluviométricas e pluviométricas foi utilizado o programa computacional *Microsoft Office Excel 2007*. Devido à grande amplitude de dados fluviométricos, foi utilizada a escala logarítmica.

Tabela 2 – Lista de estações fluviométricas

Nome da Estação	Código	Bacia	Período de dados
Desemboque	60220000	Rio Araguari	1954-2008
Estrela do Sul	60150000	Rio Bagagem	1942-2008
Iraí de Minas	60145000	Rio Bagagem	1952-2008
Fazenda Buriti do Prata	60850000	Rio da Prata	1941-2008
Ponte do Prata	60855000	Rio da Prata	1941-2008
Fazenda Paraíso	60835000	Rio Tijuco	1941-2008
Ituiutaba	60845000	Rio Tijuco	1942-2008
Uberaba	61794000	Rio Uberaba	1976-2008
Conceição das Alagoas	61795000	Rio Uberaba	1967-2008
Fazenda Letreiro	60381000	Rio Uberabinha	1973-2008

Curvas de permanência foram construídas e analisadas, considerando os valores Q95 e Q10. Esses valores representam as vazões que podem ser superadas ou igualadas em 95% 10% do tempo total da série histórica. As vazões características das grandes estiagens geralmente ocorrem para frequências acumuladas de 95%, e as grandes cheias abaixo de 10%.

Para análise do avanço da agricultura, primeiramente foram identificados os municípios que possuem área dentro das bacias hidrográficas por meio de imagens sobrepostas (Quadro 1) Em seguida, os dados foram baixados do banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, disponível no sítio eletrônico do IBGE. Os dados abrangem um total de 18 anos (1990-2008), tempo suficiente para analisar o avanço ou retrocesso da área plantada de culturas permanentes e temporárias/anuais, em hectares.

Quadro 1 – Municípios com áreas inseridas nas bacias hidrográficas estudadas

Bacias	Municípios
Rio Araguari	Araguari
	Uberlândia
	Indianópolis
	Nova Ponte
	Uberaba
	Sacramento
	Perdizes
	Santa Juliana
	Pedrinópolis
	Araxá
	Tapira
	Ibiá
	Pratinha
	Rio Paranaíba
	Patrocínio
Irai de Minas	
Rio Bagagem	Estrela do Sul
	Cascalho Rico
	Romaria
	Nova Ponte
Rio da Prata	Ituiutaba
	Prata
	Veríssimo
Rio Tijuco	Ituiutaba
	Prata
	Veríssimo
	Uberaba
	Uberlândia
	Monte Alegre de Minas
Rio Uberaba	Uberaba
	Conceição das Alagoas
	Veríssimo
Rio Uberabinha	Uberlândia
	Uberaba
	Tupaciguara

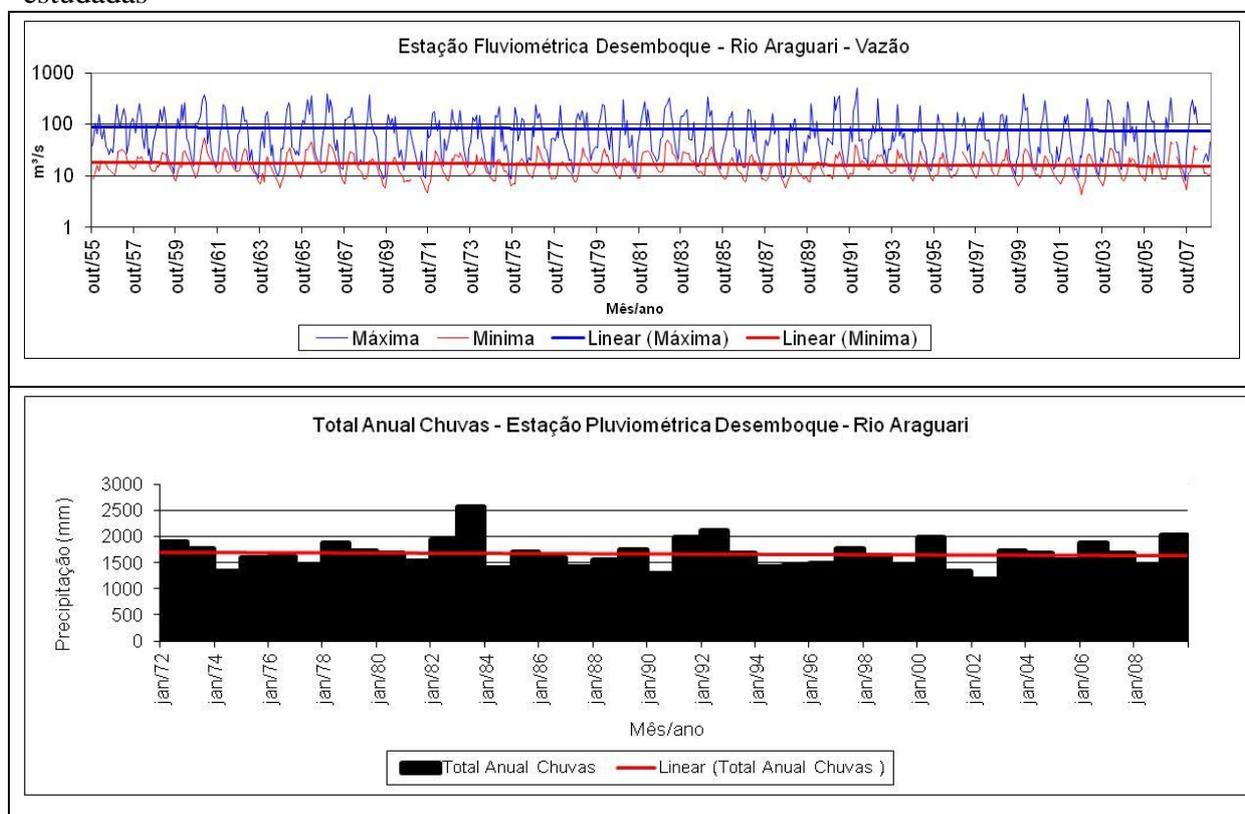
## Resultados e discussão

### Tendências fluvio-pluviométricas

Os hidrogramas de vazões diárias juntamente com os gráficos dos totais anuais de pluviosidade e as respectivas linhas de tendência das sub-bacias estão apresentadas no conjunto de gráficos que compõem a figura 1.

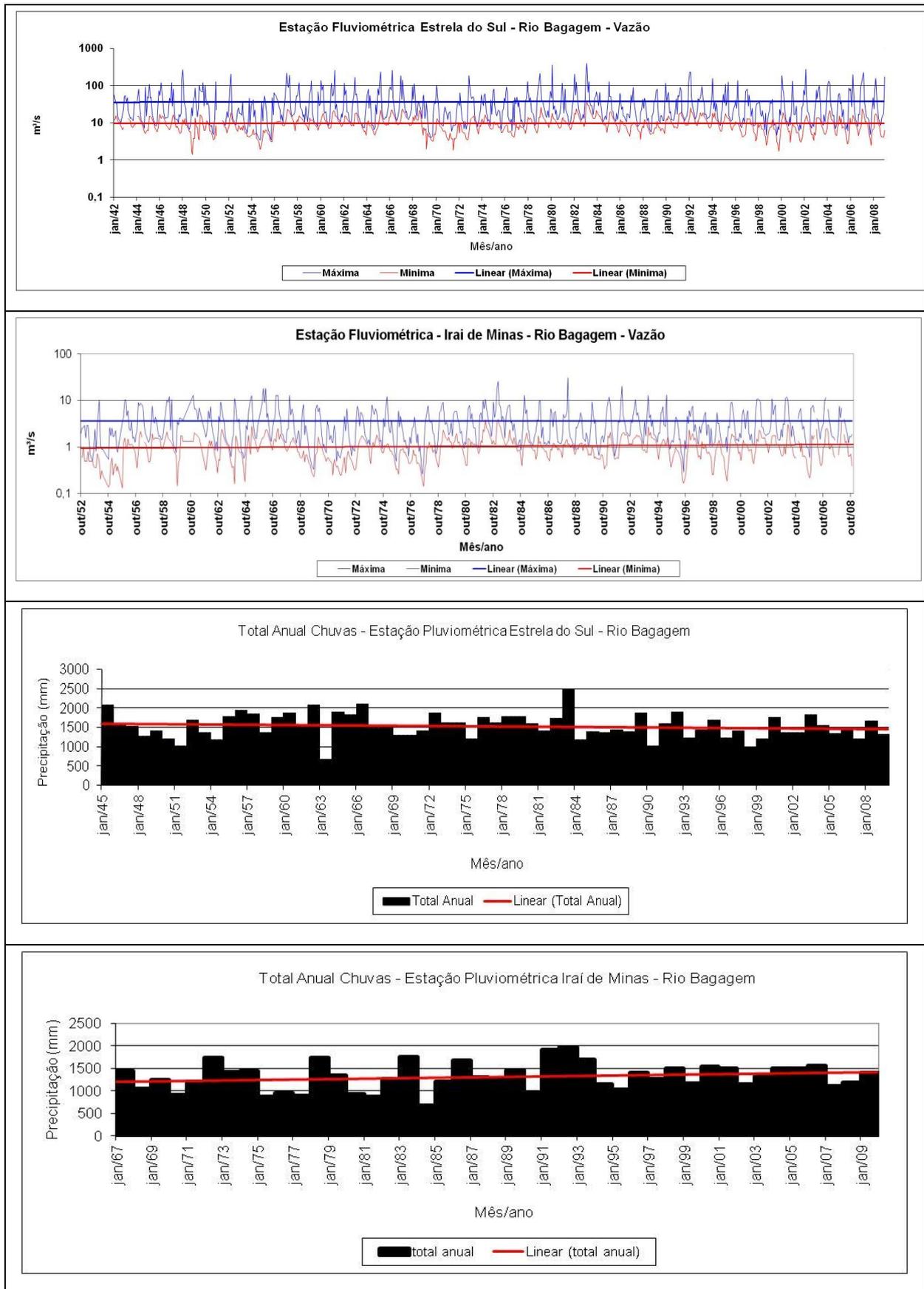
A Estação Desemboque, localizada a montante dos grandes reservatórios das hidrelétricas de Nova Ponte, Miranda e Capim Branco 1 e 2, no rio Araguari apresentou decréscimo nas vazões máximas e das vazões mínimas. A estação pluviométrica do local mostrou que as chuvas também tenderam a cair brandamente e os valores das vazões Q95 e Q10 foram de 9,07 e 52,04, respectivamente, indicando que no trecho localizado a montante da estação Desemboque, em 95% do tempo analisado, as vazões foram maiores ou iguais que 9,07 m<sup>3</sup>/s. Em apenas 10% do total de toda a série histórica, as vazões superaram os 52,04 m<sup>3</sup>/s.

Figura 1: Hidrogramas de vazões diárias e totais mensais de pluviosidade das sub-bacias estudadas



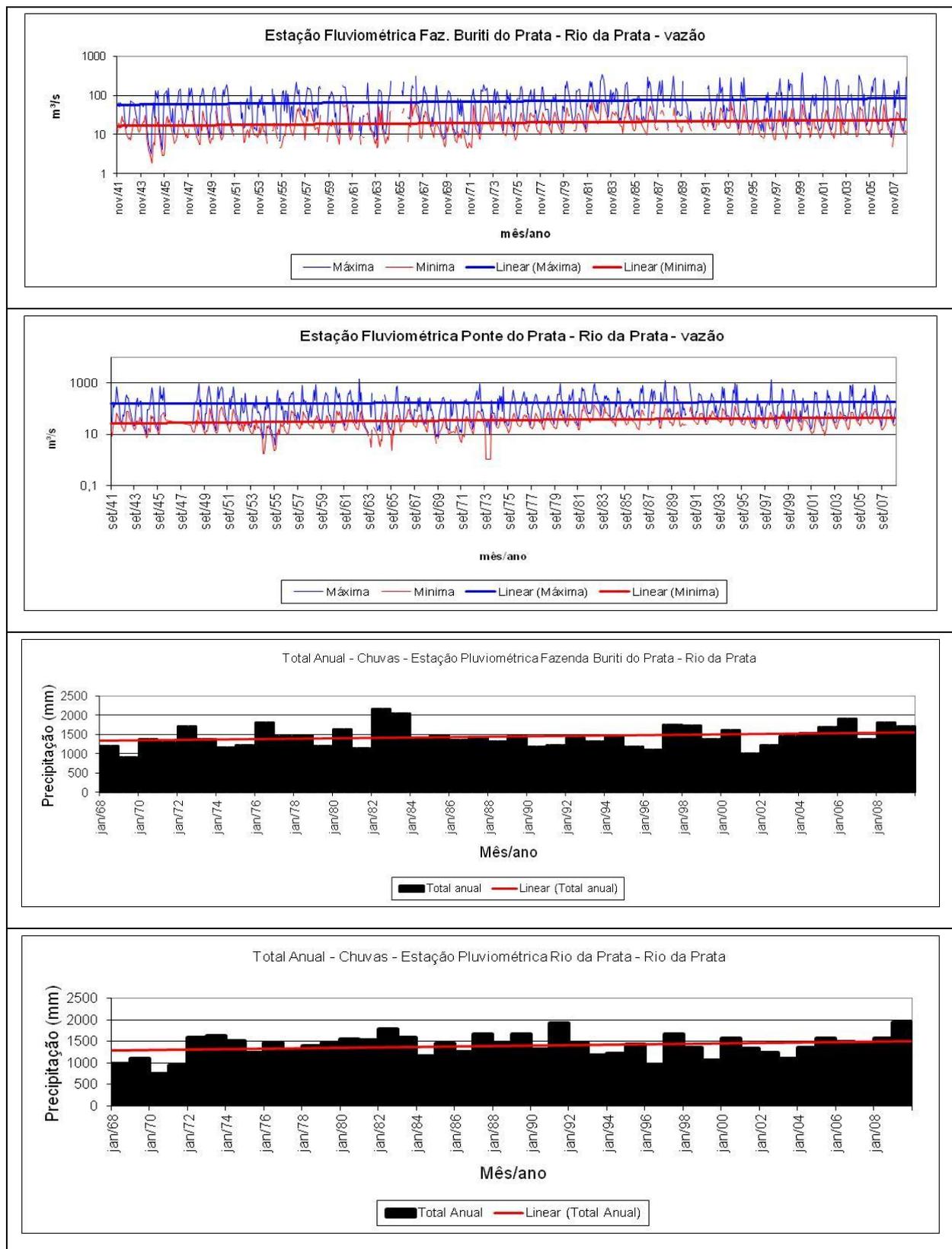
# Tendências Fluviométricas e Pluviométricas em Sub-Bacias Hidrográficas da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais

Vítor de Oliveira Santos; Vanderlei de Oliveira Ferreira; Vania Rosolen.



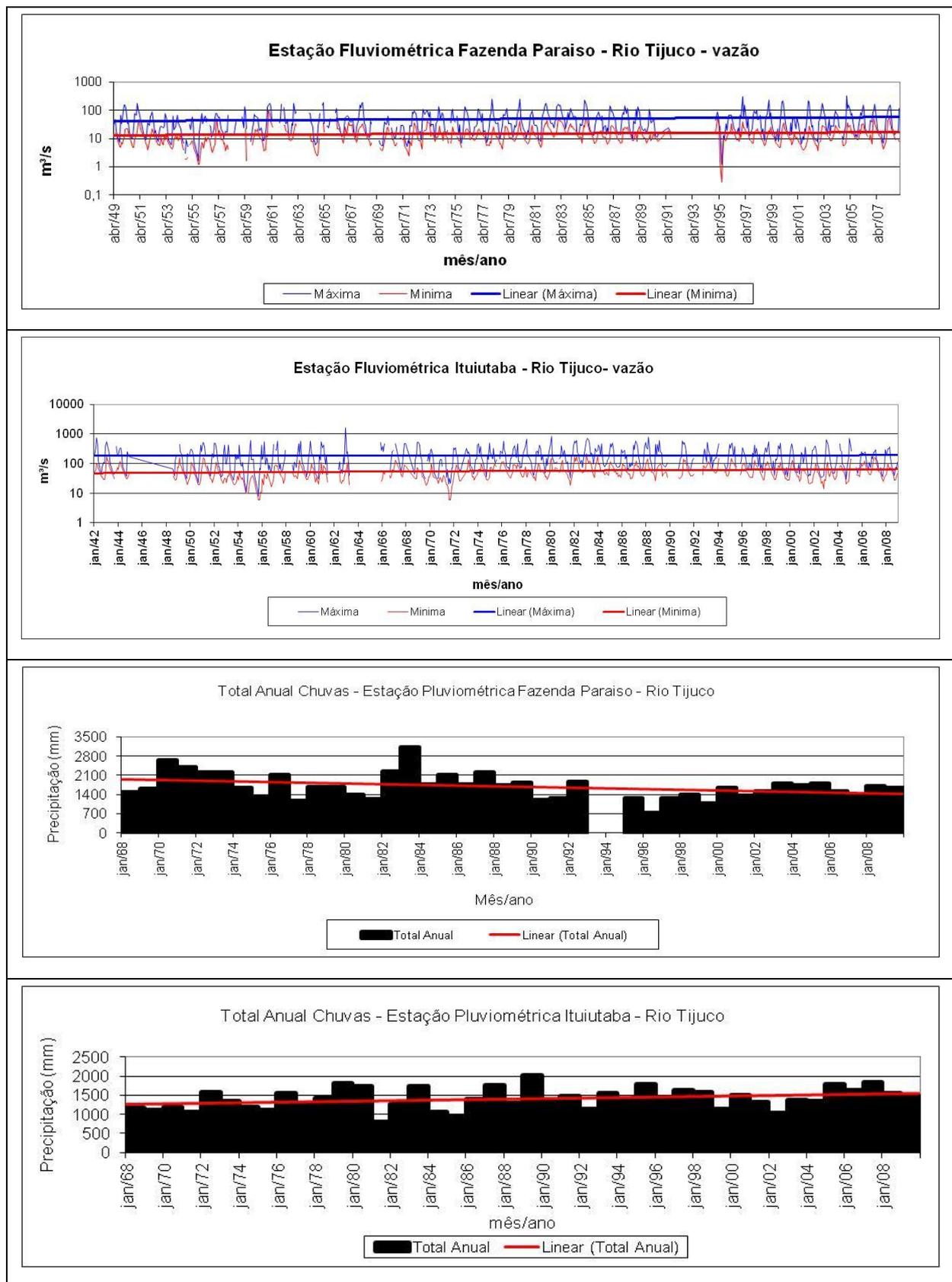
# Tendências Fluviométricas e Pluviométricas em Sub-Bacias Hidrográficas da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais

Vítor de Oliveira Santos; Vanderlei de Oliveira Ferreira; Vania Rosolen.



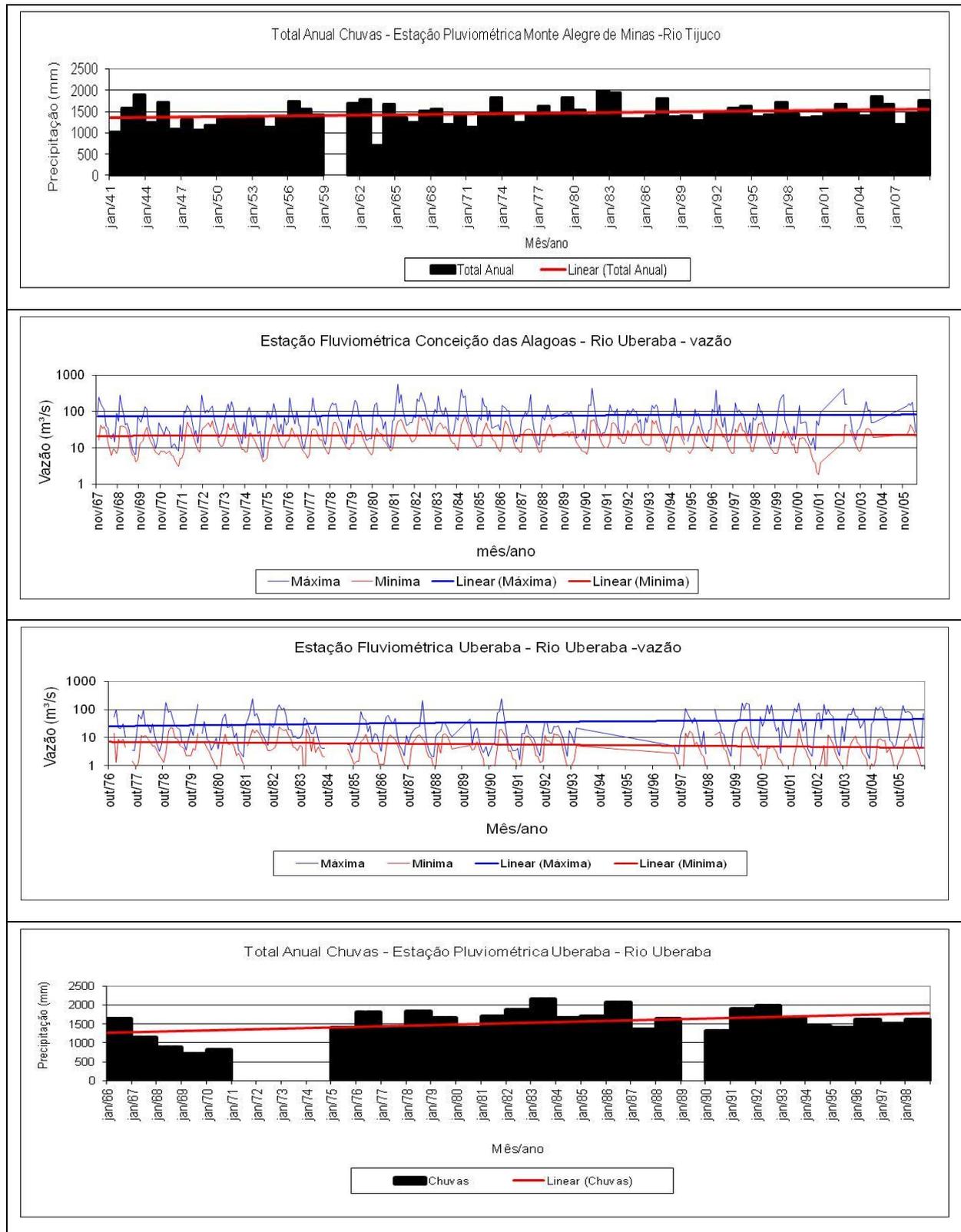
# Tendências Fluviométricas e Pluviométricas em Sub-Bacias Hidrográficas da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais

Vítor de Oliveira Santos; Vanderlei de Oliveira Ferreira; Vania Rosolen.



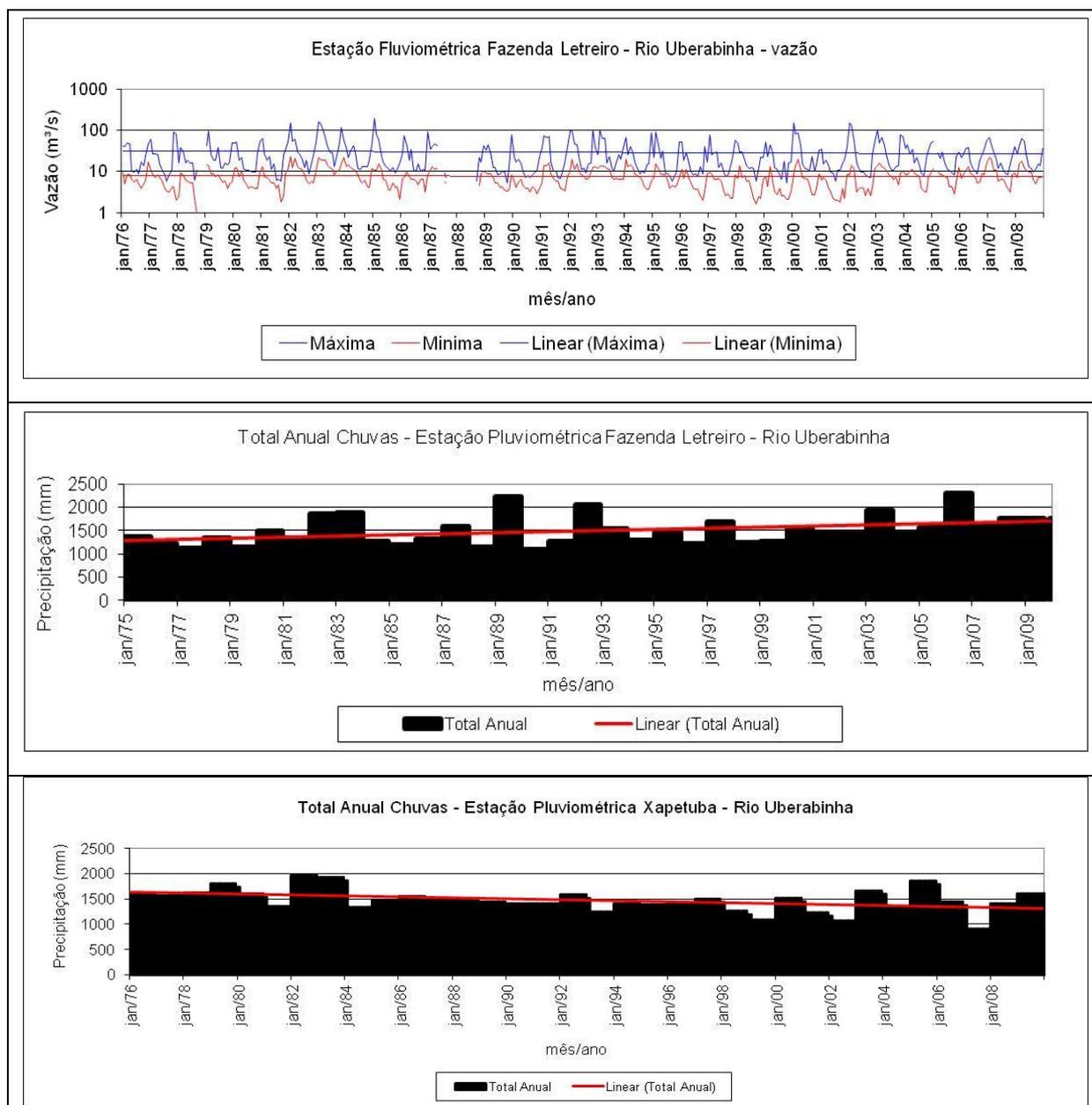
# Tendências Fluviométricas e Pluviométricas em Sub-Bacias Hidrográficas da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais

Vítor de Oliveira Santos; Vanderlei de Oliveira Ferreira; Vania Rosolen.



## Tendências Fluviométricas e Pluviométricas em Sub-Bacias Hidrográficas da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais

Vítor de Oliveira Santos; Vanderlei de Oliveira Ferreira; Vania Rosolen.



Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA

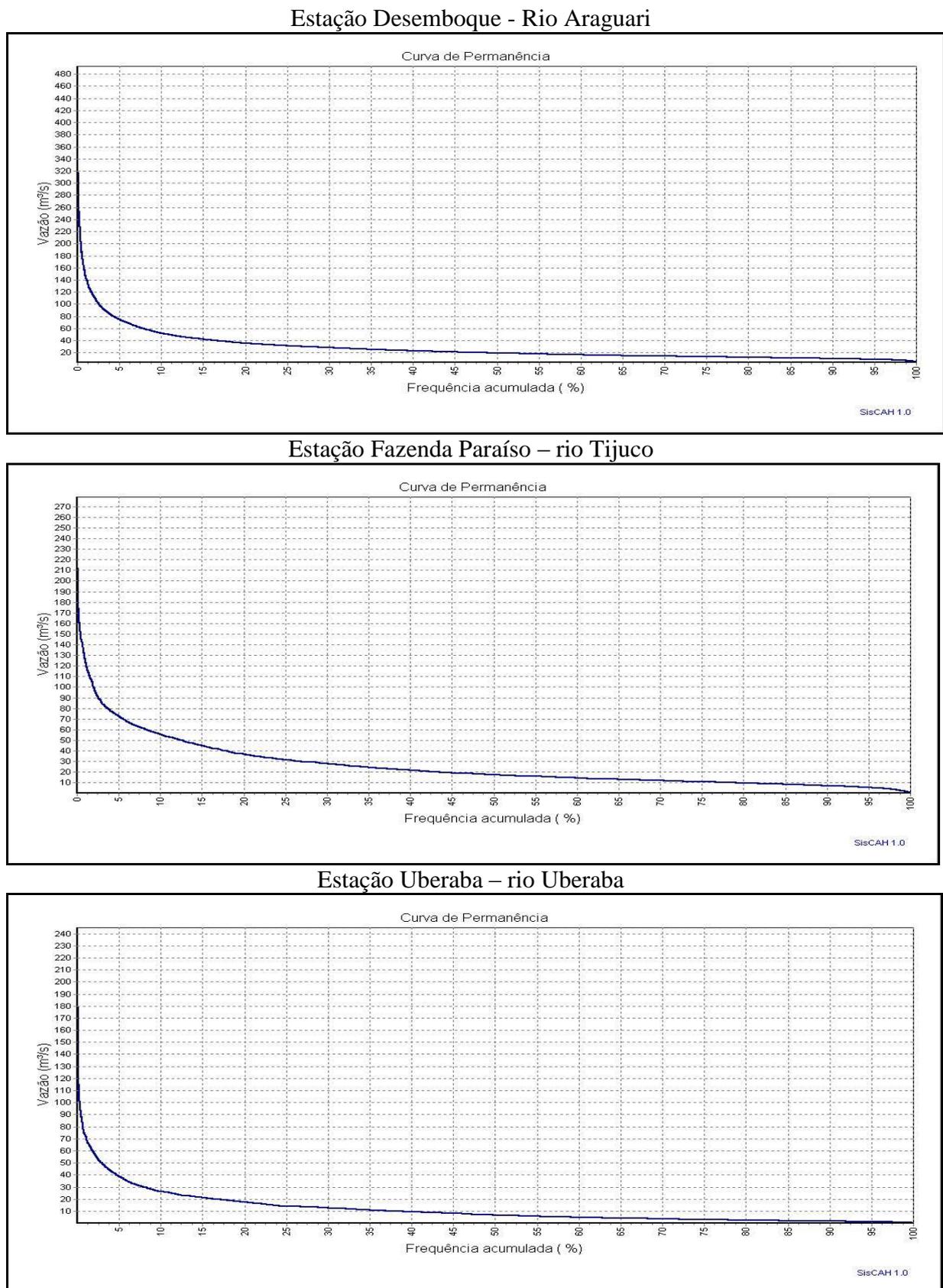
Na bacia do rio Bagagem, as tendências da estação Estrela do Sul indicaram estabilidade, tanto das vazões máximas quanto das vazões mínimas. As tendências da estação Iraí de Minas apresentaram comportamento relativamente diferente, havendo um aumento das vazões mínimas e estabilidade nas máximas. Esse fato indica que nos períodos mais secos aumentou a disponibilidade hídrica. Segundo Silva (2007) essa estabilidade dos índices de vazão se deve à topografia plana das regiões de chapadas, que favorece a infiltração. Práticas de construções de represas e uso de plantio direto contribuem para a regularização da vazão na bacia do rio Bagagem, sobretudo nos períodos secos. Para a estação Estrela do Sul

observou-se valores de Q95 de 4,78 e Q10 de 24,62. Na seção da estação Irai de Minas verificou-se Q95 de 0,43 e Q10 de 3,22. Na primeira a quantidade de chuva tende a diminuir, enquanto na segunda as tendências de chuva indicaram acréscimos.

Para analisar as tendências fluviométricas da bacia do rio da Prata, uma sub-bacia do rio Tijuco, foram utilizados dados de dois postos: Fazenda Buriti do Prata e Ponte do Prata. Nos dois casos houve aumento tanto das vazões mínimas quanto das máximas, indicando que nos períodos de cheia e nos períodos de estiagem, houve incrementos na disponibilidade hídrica. Em ambas as estações verificaram-se acréscimo paulatino das chuvas. A análise da curva de permanência da estação Fazenda Buriti do Prata mostrou  $Q95 = 8,11$  e  $Q10 = 71,78$ . Na estação Ponte do Prata observou-se  $Q95 = 11,80 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $Q10 = 133,4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Na bacia do rio Tijuco, excluindo-se a sub-bacia do Prata por ter sido analisada em separado, duas estações fluviométricas indicaram tendência de acréscimos na vazão. Na estação Fazenda Paraíso as tendências na vazão mínima e na máxima indicaram aumento na disponibilidade hídrica. Na estação Ituiutaba percebeu-se tendência de aumento nas vazões mínimas, porém, a vazão máxima se manteve praticamente estável. A disponibilidade hídrica nos períodos mais secos está aumentando na bacia do Tijuco. Houve tendência de redução das chuvas na estação Fazenda Paraíso e de aumento na estação Ituiutaba. Uma terceira estação pluviométrica da bacia do Tijuco (Monte Alegre de Minas) também indicou tendência de elevação nos índices de precipitação. A análise da curva de permanência das vazões da estação Fazenda Paraíso indicou Q95 de 5,49 e Q10 de 55,44. Na estação Ituiutaba o Q95 atingiu 26,29 e o Q10 184,0. Na bacia do rio Uberaba a estação fluviométrica Conceição das Alagoas mostrou aumento nas vazões máximas e mínimas. Na estação Uberaba, localizada a montante de Conceição das Alagoas verificou-se tendência de aumento das vazões máximas e de decréscimo nas mínimas, indicando redução no tempo de permanência. Os valores de Q95 foi de 7,59 e de Q10 de 69,84 na estação Conceição das Alagoas e de Q95 e Q10 de 1,18 e 26,37  $\text{m}^3/\text{s}$ , respectivamente, na estação Uberaba. Na estação fluviométrica Fazenda Letreiro, única da bacia do rio Uberabinha, ficou evidenciado decréscimo tanto das vazões máximas quanto das mínimas. Para conhecer o comportamento pluviométrico da bacia do rio Uberabinha foram adotados os postos Fazenda Letreiro e Xapetuba. Na primeira houve uma tendência de aumento na precipitação e na segunda houve decréscimo. A curva de permanência das vazões do rio Uberabinha indicou valores de  $Q95 = 4,15$  e  $Q10 = 25,78 \text{ m}^3/\text{s}$ . A figura 2 apresenta exemplo de três curvas de permanência de 95% e 10%, tidas como representativas em relação ao conjunto dos postos fluviométricos adotados na pesquisa.

Figura 2: Curvas das permanências de 95% e 10% nas sub-bacias do rio Araguari, Tijuco e Uberaba



Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA

### **Evolução espacial das culturas permanente e temporárias**

Os dados referentes às áreas ocupadas com culturas permanentes e temporárias dos municípios que contém área nas sub-bacias estudadas encontram-se na tabela 3. O município de Araguari apresentou tendência de diminuição das culturas permanentes, representadas em grande parte pelo cultivo de café. Já as culturas temporárias, majoritariamente soja e milho, estão em expansão desde 1997, fazendo com que a área plantada seja mantida acima dos 20 mil hectares durante o período mais recente.

Por sua vez, no município de Araxá, as culturas permanentes, principalmente café, se estabilizaram nos últimos anos. As culturas temporárias se expandiram até 2005, com uma ligeira queda nos últimos três anos da série. Da mesma forma, no município de Ibiá as culturas permanentes (maioria café) apresentaram instabilidade na área ocupada nos dez primeiros anos, porém, a partir do ano 2000, a área plantada se estabilizou, permanecendo acima dos três mil hectares.

No município de Indianópolis, embora nos últimos 10 anos as áreas utilizadas para culturas permanentes tenham crescido, essas áreas são menores do que em anos anteriores (1990, 1991, 1996 e 1997). As culturas temporárias (soja e milho) desse município vêm expandindo, apresentando suas maiores taxas de ocupação territorial nos últimos 10 anos. Por outro lado, o município de Iraí de Minas apresenta redução nas áreas de culturas temporárias e permanentes nos últimos anos.

As áreas ocupadas com culturas permanentes do município de Nova Ponte apresentaram redução forte ao longo do período analisado. No entanto, há clara expansão das culturas temporárias, especialmente de 1996 até 2006. Em Patrocínio vem crescendo as terras utilizadas para cultura permanente e temporárias, principalmente no período de 2000 a 2008.

No município de Pedrinópolis as terras utilizadas com culturas permanentes decaíram significativamente no período de 1996 a 2001. Mais recentemente, as culturas de café passaram a ocupar áreas do município. As culturas temporárias também estão expandindo desde 2002.

O município de Perdizes, com relação às culturas permanentes, após súbita queda das áreas em 1996, observa-se ligeiro aumento até 2008. As culturas temporárias, por sua vez, aumentam significativamente desde 1990. O município de Pratinha apresentou aumento tanto nas terras ocupadas com culturas permanentes quanto nas temporárias. Já as terras utilizadas para as culturas permanentes do município de Rio Paranaíba vieram aumentando durante

quase todo o período analisado. Por sua vez, a área das culturas temporárias desse município se manteve constante, sem grandes variações.

As áreas com cultura permanente no município de Sacramento diminuíram ao longo do período de análise. Porém, nos últimos anos, observa-se tendência de expansão. Já as terras utilizadas para cultura temporária vêm aumentando rapidamente no período recente. Em Santa Juliana as áreas ocupadas com culturas permanentes e temporárias decresceram significativamente, enquanto o município de Tapira registra seus maiores índices de área plantada nos últimos anos do período.

O município de Uberaba apresentou decréscimo das áreas das culturas permanentes. Em contrapartida, as áreas utilizadas para a cultura temporária aumentaram significativamente. Há de se destacar aqui, a expansão das culturas de cana-de-açúcar na última década neste município. Já o município de Uberlândia, apresentou crescimento das áreas voltadas para as culturas permanentes e temporárias ao longo do período.

# Tendências Fluviométricas e Pluviométricas em Sub-Bacias Hidrográficas da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais

*Vítor de Oliveira Santos; Vanderlei de Oliveira Ferreira; Vania Rosolen.*

Tabela 3: Áreas plantadas de culturas permanentes e temporárias, em hectares, nos municípios pertencentes às sub-bacias estudadas

Municípios	1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
Araguari	33048	21050	26696	17032	22536	17724	19161	18656	19823	19295	18050	20245	16010	17785	16158	23904	13130	23870	13505	23760
Araxá	3386	5741	3310	6051	3300	6536	2363	6315	2175	6163	1550	6535	1250	5010	1400	6408	2364	6281	2642	6964
Cascalho Rico	808	2839	741	2489	559	3094	559	3204	559	3215	910	2505	676	1125	880	1797	671	1528	666	1443
Conceição das Alagoas	1213	44182	1205	44522	1141	42909	936	45371	928	45003	920	40363	411	33812	1022	43847	1020	66375	1021	64305
Estrela do Sul	1057	4125	975	4395	935	5235	945	6305	915	6155	895	7268	1552	7789	1502	5534	1662	5740	1692	5515
Ibiá	2930	11871	2630	10511	2630	11626	3425	12776	2345	14101	1520	13083	1320	10040	1366	13709	1616	14833	2817	16223
Indianópolis	3505	11296	3721	9148	2951	12252	2935	13212	2889	13232	2970	15480	3320	15248	4366	13820	3355	13463	1876	13627
Iraí de Minas	1428	8339	1418	7872	1440	8112	1424	7092	1882	5275	1408	6275	1527	5031	1525	5953	1655	8006	1663	6723
Ituiutaba	134	20056	134	20952	134	18453	120	19713	142	16733	145	16781	246	13956	235	17444	313	18405	386	18247
Monte Alegre de Minas	1601	20525	1541	22238	1640	20830	1150	23420	1040	26310	860	23671	758	24063	966	24696	964	27665	1480	27145
Nova Ponte	1003	41333	1008	39586	1003	39806	555	44776	594	44020	295	46590	172	33895	242	34756	242	34711	247	38134
Patrocínio	21143	10298	21122	15405	21122	16810	21122	13045	21122	19580	21162	19470	20517	17256	23018	18803	25211	17903	29136	17639
Pedrinópolis	310	6714	310	12047	310	10070	310	9571	310	9660	310	9470	58	9239	57	8292	55	8880	91	10095
Perdizes	8313	16260	8305	26456	8305	25441	8305	28186	8305	33811	8305	33135	3550	35598	3014	34038	3090	35381	3085	39486
Prata	1654	7066	1650	9503	2000	7350	2000	5050	2000	4850	3431	7809	2349	8864	3440	6143	3428	3112	3432	3510
Pratinha	688	1810	653	2184	610	2405	520	2391	460	2295	430	2415	510	1704	750	1855	470	2700	523	1999
Rio Paranaíba	7694	27765	7168	27449	7168	25955	8555	24482	7295	26837	8700	25416	5962	25388	6952	25178	9024	25528	10219	27060
Romaria	1548	7961	1553	8298	1548	8648	2526	9355	3776	10050	2812	10185	4120	8569	4023	8671	5023	8726	5223	10313
Sacramento	5556	17511	3500	20063	1600	25946	1530	35205	1530	38350	1530	39076	2184	24917	1461	37509	1935	41912	1935	43422
Santa Juliana	526	38664	520	47958	520	46535	520	47435	520	42060	520	41129	405	16312	405	19169	323	28605	331	26167
Tapira	300	6690	290	6915	385	4949	340	4757	320	4597	306	3991	350	3905	295	3980	225	3980	225	4370
Tupaciguara	350	41665	350	39811	275	38890	140	20856	205	23891	160	30024	343	25204	138	32049	110	34408	107	34692
Uberaba	5706	99126	5701	89575	4570	90047	3470	81841	3302	87237	3301	91761	2192	66081	3652	81894	3882	85809	3912	91965
Uberlândia	2452	35260	1950	36474	1920	54264	2070	48445	2070	50445	4390	53561	2554	45135	4723	53735	3975	55621	3945	54882
Veríssimo	103	7654	348	4907	348	3383	133	2805	133	3395	133	3315	119	3514	227	3330	220	4020	220	5206

continua

## Tendências Fluviométricas e Pluviométricas em Sub-Bacias Hidrográficas da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais

*Vítor de Oliveira Santos; Vanderlei de Oliveira Ferreira; Vania Rosolen.*

Municípios	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
Araguari	19038	24250	19120	23748	16166	25730	16340	28237	10348	31547	9334	32885	9358	33132	12250	31844	11678	31099
Araxá	2810	5915	2794	6516	2848	8202	2335	9502	2876	11407	2676	13346	2676	13272	2676	10673	2666	11105
Cascalho Rico	824	1572	998	1508	846	1768	851	2807	715	2847	726	2845	675	2939	505	2939	433	2939
Conceição das Alagoas	936	70605	936	62420	820	57024	755	62594	760	67633	759	83023	960	94912	946	59732	200	87940
Estrela do Sul	1967	5409	2168	5904	2176	5944	1576	6057	2076	8984	2051	8914	2256	9537	2064	9641	1861	9758
Ibiá	2850	17939	3420	22400	4185	20125	3491	21670	4281	31915	4297	40480	3737	43375	3740	41435	3870	44970
Indianópolis	2830	15000	2770	14251	2550	19630	2732	20410	2817	21360	2810	22362	3267	22090	3257	17662	3444	19002
Iraí de Minas	1663	5781	1770	5421	1785	5441	1535	5798	835	6170	835	6170	830	6390	630	6440	820	6410
Ituiutaba	553	18441	404	20462	501	21755	592	30030	601	39230	616	39105	638	23325	620	23700	548	33075
Monte Alegre de Minas	1719	36772	1731	37132	1846	36530	975	50212	952	61982	942	59347	920	48589	925	39388	710	58950
Nova Ponte	287	37553	286	40192	286	39826	272	39338	272	46258	270	47165	270	47389	268	44142	260	41865
Patrocínio	32161	17140	35601	18390	34415	18562	26757	19654	26939	25911	31563	26809	32693	26306	29621	25374	29902	25902
Pedrinópolis	75	9510	66	9930	264	9940	309	10665	302	11964	314	12220	317	12044	320	12246	318	12593
Perdizes	3085	42595	3915	54500	5381	64335	5873	71981	5781	77562	5798	72995	5780	61326	5832	63555	6570	69185
Prata	2728	3630	2758	3715	2780	4152	3496	28558	3598	34561	3396	34806	3396	19319	3438	9377	3188	8627
Pratinha	789	1585	900	1985	1281	3040	1420	2863	1745	3668	1624	3396	1724	2990	1864	3097	2005	3329
Rio Paranaíba	10219	26130	13580	28815	14685	25835	14209	27705	15013	30145	15067	29875	16200	27443	11898	26383	11994	27908
Romaria	6530	10428	7023	11516	7023	12276	5048	13521	5055	17165	5042	18624	5237	18406	4027	18041	5622	20690
Sacramento	483	49030	483	50481	481	49670	409	51346	1254	53268	1185	54376	3073	57184	3195	56505	3820	68724
Santa Juliana	329	23825	328	24140	276	24235	295	23532	273	26065	223	26615	223	27475	223	26490	38	34050
Tapira	225	4450	225	3325	625	6955	435	7270	565	9470	225	7377	225	7205	357	5500	317	6450
Tupaciguara	127	34780	127	35870	293	39579	293	43193	80	52108	80	49605	88	46570	127	46570	167	44270
Uberaba	2707	95975	2685	97555	2264	106682	2024	142671	2159	165521	2527	185953	2733	197004	2941	197147	2907	222001
Uberlândia	2787	53029	2575	49852	3570	52727	3881	53935	4078	66182	3979	70740	4058	68270	4058	61554	3845	66474
Veríssimo	250	6150	245	5280	245	5015	190	5775	125	15420	98	15880	166	13148	135	6148	44	11820

Dados: IBGE

No município de Cascalho Rico há inconstância nas áreas plantadas por culturas permanentes nos primeiros dez anos do período considerado. Entretanto, nos últimos anos há decréscimo acentuado, atingindo no ano de 2008 a menor área plantada. As áreas voltadas para as culturas temporárias nesse município, após altos valores nos primeiros cinco anos da série (1990-1995), sofreram queda significativa até 2002, quando voltou a apresentar área semelhante àquela considerada nos primeiros anos da análise.

Estrela do Sul apresentou um aumento tanto nas áreas voltadas para as culturas permanentes quanto nas áreas voltadas para culturas temporárias. O maior aumento ocorreu nos últimos 10 anos. No município de Romaria, após significativo crescimento nas áreas das culturas permanentes, de 1990 a 2002 houve redução significativa. Porém, as culturas temporárias apresentam tendência de expansão.

No município de Ituiutaba, as culturas permanentes e temporárias apresentaram significativo crescimento durante o período analisado. Entretanto, enquanto as culturas permanentes alcançaram no máximo 638 ha, no ano de 2006, a menor área total voltada para as culturas temporárias girou em torno dos 14.000 ha (1996). No município do Prata há um crescimento na área total das culturas permanentes, representadas majoritariamente pelo plantio de Laranja. As áreas de culturas temporárias nesse município, durante os dez primeiros anos da análise, apresentaram instabilidade, não ultrapassando os 10.000 ha.

Porém, a partir do ano de 2003, essas áreas apresentaram espantoso crescimento, ultrapassando a casa dos 30.000 ha. Após isso, há uma considerável queda nas áreas plantadas totais de cultura temporária.

No município de Veríssimo, percebemos decréscimo das culturas permanentes e aumento das temporárias. As áreas utilizadas para o plantio de cana-de-açúcar vêm crescendo mais do que as utilizadas para o plantio de soja, chegando a ultrapassá-las. Em Monte Alegre de Minas tem havido redução nas áreas ocupadas por culturas permanentes desde 2002. As áreas de culturas temporárias vêm aumentando desde o início da série. No município de Tupaciguara também há diminuição das áreas voltadas para culturas permanentes e aumento das áreas utilizadas para culturas temporárias.

## **Conclusões**

As tendências de vazão e de chuvas na bacia do rio Araguari mostram que tanto a vazão máxima quanto a vazão mínima estão sendo reduzidas, juntamente com a precipitação. Com relação à evolução da agricultura, assim como acontece em quase todas as bacias, há um aumento nas áreas de culturas temporárias, representadas principalmente por milho, soja e isoladas áreas de feijão, e diminuição das áreas de culturas permanentes, com exceção dos municípios de Pratinha e Rio Paranaíba, que apresentam expansão das áreas de café. As culturas temporárias apresentam ocupação de terras muito superior às áreas voltadas para culturas permanentes.

Na bacia do rio Bagagem há uma relativa estabilidade nas vazões máxima e mínima na estação Estrela do Sul e estabilidade da vazão máxima, com aumento da mínima na estação Iraí de Minas. Os dados pluviométricos da estação Estrela do Sul indicou diminuição e os de Iraí de Minas, mostram aumento de chuvas. Está havendo diminuição das áreas ocupadas por culturas permanentes e aumento das áreas com temporárias.

Entretanto, a ocupação das terras parece não ter grande influência nos regimes de escoamento da bacia do rio Bagagem, possivelmente devido aos mecanismos de controle impostos pela topografia.

Com relação à bacia do rio da Prata, observa-se aumento nas tendências das vazões máximas e mínimas nas estações fluviométricas Fazenda Buriti do Prata e Ponte do Prata.

Contrapondo esses dados com os dados pluviométricos, percebe-se que o aumento nas tendências de vazão ocorre concomitantemente ao aumento de chuvas nos dois postos pluviométricos. A evolução das áreas plantadas dos municípios localizados no na bacia do Prata parecem não ter influência significativa nos regimes hídricos.

No trecho montante da bacia do rio Tijuco, representado pela Estação Fazenda Paraíso, há aumento tanto da vazão máxima quanto da mínima. O aumento no aporte de água nessa porção da bacia não se justifica quando se considera que, na mesma porção, há diminuição das chuvas. Quando se observa mais a jusante, na Estação Ituiutaba, percebe-se acréscimo na vazão mínima, juntamente com um quase imperceptível aumento na tendência

de vazão máxima. Na estação pluviométrica situada no mesmo local nota-se considerável aumento de chuvas. A estação pluviométrica Monte Alegre de Minas mostra também esse aumento de chuvas na região.

Na bacia do rio Uberaba, há aumento na tendência de vazão máxima e decréscimo da mínima na estação Uberaba. O comportamento diferenciado entre vazão máxima e mínima pode ser decorrente da modificação do uso do solo nas últimas décadas, sobretudo aumento das áreas de pastagens. O aumento das vazões máximas pode estar ocorrendo também devido à impermeabilização do solo causado pela expansão urbana de Uberaba, já que a estação de mesmo nome localiza-se próximo ao perímetro urbano. O trecho juzante, representado pela estação Conceição das Alagoas, apresenta comportamento diferente, com acréscimo nas vazões máximas e mínimas. Esse cenário é confirmado pelos crescentes índices de chuva.

Há decréscimos nas tendências das vazões máximas e mínimas na estação Fazenda Letreiro, no rio Uberabinha, embora as chuvas estejam sendo paulatinamente aumentadas. Na estação pluviométrica Xapetuba a pluviosidade está em decréscimo, o que demonstra que os índices de chuvas à montante têm maior influência nos regimes de vazão. Concomitantemente há um grande aumento das áreas ocupadas por culturas temporárias e diminuição das áreas de culturas permanentes.

Finalmente, os resultados desta pesquisa demonstraram que, além da quantidade de chuvas, outros fatores externos ao ciclo da água estão interferindo no regime de vazão de cursos d'água do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, reduzindo ou aumentando a disponibilidade hídrica. O aumento das áreas utilizadas com culturas temporárias aparece como possível fator modificador dos regimes hídricos. Experimentos mais detalhados, além da quantificação dos índices de acréscimos ou de redução, podem trazer novas perspectivas à compreensão das mudanças hidropluviométricas percebidas.

## **Referências**

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA).** Sistema de Informações Hidrológicas - Hidroweb. Disponível em < <http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 25 set. 2009.

FERREIRA, V. O. **Paisagem, recursos hídricos e desenvolvimento econômico na Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais.** 2007. 313 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FRANCISCO, J. D. **Parâmetros pluviométricos auxiliares no planejamento de empreendimentos na região de Botucatu, SP.** Botucatu, 1991. 120 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, E. M. **Análise das relações climato-hidrológicas e das demandas hídricas no alto curso da bacia hidrográfica do rio Bagagem/ MG.** 2007. 196 p. Dissertação (Mestre em Geografia) – Programa de pós-graduação em Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA). Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 Jun. 2010.

TUCCI, C. E. M. Processos hidrológicos e os impactos do uso do solo. In: TUCCI, C. E. M; BRAGA, B (Org). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil.** Porto Alegre: ABRH, 2003. v.9, p.31-76.

TUCCI, C. E. M; BRAGA, B. Clima e recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M; BRAGA, B (Org). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil.** Porto Alegre: ABRH, 2003. v.9, p.1-30.