

Chuvas em Marcelino Ramos (RS): influência do lago da uhe de Itá ou do enoso?

*Rainfall in Marcelino Ramos (RS): influence of the Itáhpp
lake or enso?*

Fabio de Oliveira Sanches¹

Ariel Biavatti²

Daniel de Oliveira e Souza³

Roberto Valmir da Silva⁴

Ricardo Vicente Ferreira⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi comparar as precipitações em Marcelino Ramos (RS), buscando evidências de mudanças nas chuvas causadas pela formação do lago da UHE de Itá. Foram utilizados dados pluviométricos diários da Agência Nacional de Águas, de um posto localizado às margens do lago da UHE de Itá. Foram identificados dois períodos: pré-enchimento (1999-2000) e pós-enchimento (2001-2010). A estatística descritiva dos totais mensais mostrou semelhanças entre as séries. O Teste t de student não mostrou diferenças signifi-

ABSTRACT: This paper aimed to analyze rainfall data in the city of Marcelino Ramos, located in the southern region of Brazil, state of Rio Grande do Sul, in order to find out evidences of the rainfall pattern changes due to the reservoir formed by the construction of Itá hydroelectric dam. Rainfall daily data was acquired from the National Agency of Water (ANA) at stations located nearby the Itá reservoir. Two periods of data were identified: pre-filling, prior to reservoir filling (1999 – 2000) and post-filling, later to reservoir filling (2001 – 2010). Simi-

1 Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). E-mail: fsanches.73@gmail.com

2 Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS - campus Erechim (RS). E-mail: arielbiavati@yahoo.com.br

3 Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS - campus Erechim (RS). E-mail: daniccr@gmail.com

4 Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS - campus Erechim (RS). E-mail: roberto.silva@uffs.edu.br

5 Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). E-mail: ricardo@ielachs.uftm.edu.br

cativas. A análise dos dias com chuvas ≥ 1 mm, ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 50 mm, ≥ 80 mm e ≥ 100 mm revelou que as mudanças ocorreram em função do fenômeno ENOS.

larities between the two periods were observed by means of descriptive statistic of monthly rainfall. The student's t-test showed no significant difference. The analysis of days with cumulative rainfall ≥ 1 mm, ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 50 mm, ≥ 80 mm e ≥ 100 mm showed that changes occurred as a consequence of the ENSO influence.

PALAVRAS-CHAVE: Microclima. Mudanças climáticas. Testes estatísticos.

KEYWORDS: Microclimate. Climate change. Statistical tests.

I. INTRODUÇÃO

Lagos artificiais formados pela construção de Usinas Hidrelétricas (UHE) são responsáveis por uma série de mudanças nas características físicas, sociais, econômicas e culturais locais, passíveis de promoverem diferentes alterações no meio ambiente.

Entre essas mudanças, a formação de uma superfície líquida pode, de alguma forma, alterar o comportamento das variáveis meteorológicas locais ou, até mesmo, regionais.

Tendo em vista o conjunto de empreendimentos existente e os projetos de construção de mais usinas ao longo de todo o território nacional, Sanches e Fisch (2005) já alertavam para a carência de trabalhos científicos que procurassem avaliar o efeito microclimático da troca de vegetação, ou mesmo de superfícies agricultáveis, em decorrência da formação da lâmina d'água.

Estudos para avaliar o impacto resultante da construção de reservatórios, no microclima local, ou no clima de uma região, são conduzidos com o uso de séries históricas, simulações numéricas e experimentações. A análise de dados históricos permite caracterizar o clima nas localidades próximas aos reservatórios e comparar os períodos de pré e pós-enchimento do lago artificial.

Em geral, estes estudos sugerem mudanças no comportamento de variáveis meteorológicas como temperatura e umidade do ar (RODRIGUES & CANÔNICA, 2008).

Sobre essa temática (mudanças climáticas decorrentes da construção de lagos artificiais), destacam-se os trabalhos de Goodland (1977) e Baxter e Glaude (1980), mostrando os impactos ambientais causados pela implantação de empreendimentos de grande porte; de Grimm (1988), analisando as alterações climáticas no lago da UHE de Itaipu; de Campos (1990), mostrando as modificações no entorno do lago da UHE de Sobradinho; de Sanches e Fisch (2005), mostrando as modificações nas chuvas em Tucuruí (PA); de Rodrigues e Canônica (2006) e Czarnobai *et al.* (2006),

no lago da UHE de Itá (SC); de Barros e Galvani (2010), em Presidente Epitácio (SP); de Silva Filho e Rabelo (2012) e de Dantas e Sales (2015), no lago/açude Castanhão (CE); e de Ferrazzo *et al.* (2015), nas chuvas do lago da UHE de Passo Fundo (RS).

Sobre o Lago da UHE de Itá, Czarnobai *et al.* (2006) analisaram o comportamento do ciclo diurno da velocidade e direção do vento e a ocorrência de brisas lacustres para a região da Usina Hidrelétrica Itá, localizada no Rio Uruguai, entre os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Já no trabalho de Rodrigues e Canônica (2006), os autores investigaram as possíveis alterações de temperatura e precipitação, associadas à formação do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, no município de Itá (SC).

No entanto, até que ponto a formação de um lago artificial pode, efetivamente, modificar o comportamento das chuvas locais? E a atuação dos fenômenos de maior variabilidade tempo-espacial, como, por exemplo, o fenômeno ENOS? Qual sua capacidade de influenciar o comportamento das chuvas locais?

Procurando responder a tais questões, o presente trabalho tem como objetivo comparar as precipitações anteriores e posteriores à formação do lago da UHE de Itá, em Marcelino Ramos (RS), buscando evidências de modificações no comportamento das chuvas causadas pela formação de seu lago ou pela influência do fenômeno ENOS.

2. METODOLOGIA

O município de Marcelino Ramos (RS) localiza-se no extremo norte do estado do Rio Grande do Sul, divisa com Santa Catarina, na confluência dos rios Canoas e Pelotas. A Figura 1 mostra a localização do município de Marcelino Ramos, de seu posto pluviométrico e da UHE de Itá. O lago da UHE de Itá tem 103 km² de área inundada, tendo a formação do lago sido concluída no final do ano de 2000 (<http://www.tractebelenergia.com.br/>).

Os dados pluviométricos foram obtidos na plataforma eletrônica da Agência Nacional de Águas (ANA) (<http://hidroweb.ana.gov.br/>), tendo sido selecionados dados diários do posto de Marcelino Ramos (2751018), no período de 1992 a 2011.

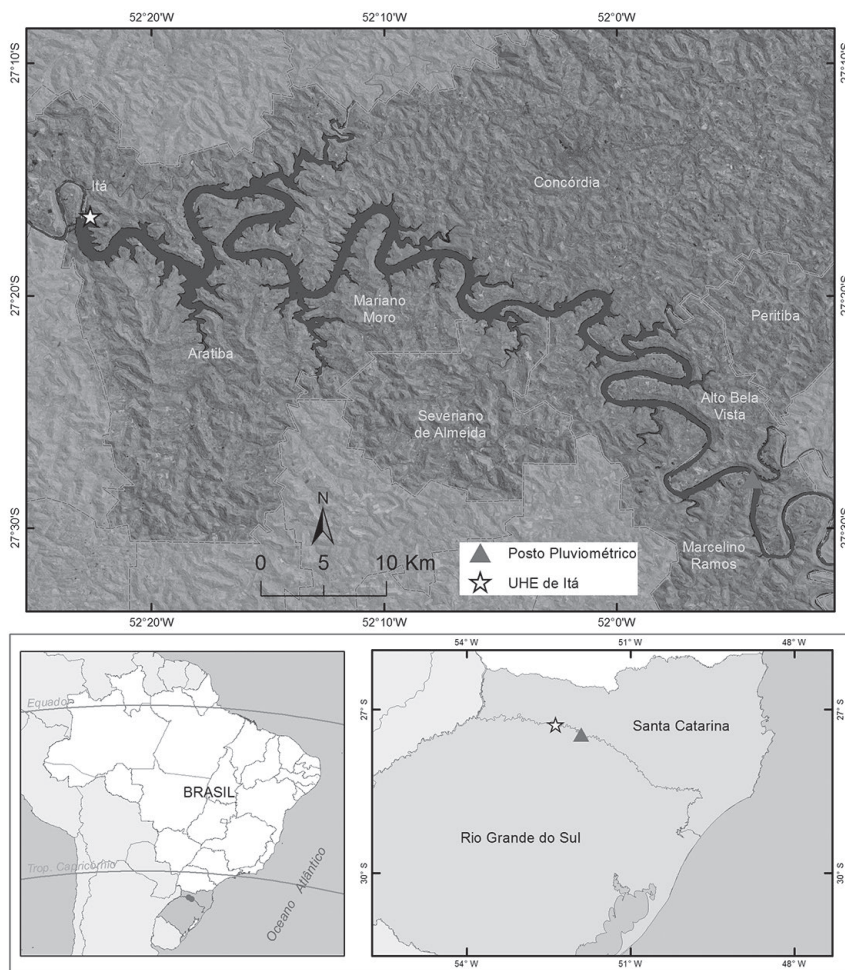
Tendo em vista a formação do lago da UHE de Itá no ano de 2000, os dados foram organizados em dois períodos distintos: o período de pré-enchimento (1992-2000) e o período de pós-enchimento (2001-2011).

Inicialmente, os dados diários foram agrupados em totais mensais e analisados os valores estatísticos médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação (%) para ambas as séries.

A organização dos dados permitiu identificar falhas nos totais mensais de novembro de 1995 (pré-enchimento), maio, junho, julho e agosto de 2006 (fase pós-enchimento), setembro e novembro de 2007 (fase

pós-enchimento) e setembro, novembro e dezembro de 2009 (fase pós-enchimento). Nesse caso, nenhum método de preenchimento ou correção dessas falhas foi utilizado para que os novos resultados não mascarassem as possíveis influências do lago nas precipitações locais.

Figura 1. Localização de Marcelino Ramos, do posto pluviométrico e da UHE de Itá



Posteriormente, os valores mensais foram submetidos ao Teste *t* de *student*, com nível de significância de 95% ($\alpha = 0,05$), para verificar a homogeneidade entre ambas as séries (pré e pós-enchimento).

Os dados diários foram organizados em dias com precipitação

igual ou superior a 1 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 50 mm, 80 mm e 100 mm.

As classes de valores diários (≥ 1 mm, ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 50 mm, ≥ 80 mm e ≥ 100 mm) também foram submetidas ao Teste t de student para verificação de homogeneidade entre as séries pré e pós-enchimento.

Para o Teste t, deve-se considerar que não existam diferenças (estatísticas) entre as duas séries de dados ($\mu_1 = \mu_2$ e $\sigma_1 = \sigma_2$), adotando-se, assim, a hipótese nula (H_0). Entretanto, se os resultados observados forem diferentes dos esperados por essa hipótese (H_0), pode-se considerar que as diferenças observadas são, estatisticamente, significativas.

Assim, temos:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma \sqrt{1/N_1 + 1/N_2}} \quad (1)$$

em que:

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \quad (2)$$

e

$$s^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n X_i - \mu)^2}{N - 1} \quad (3)$$

Dessa forma, considera-se que μ_1 e μ_2 correspondem às respectivas médias mensais dos dados pré e pós-enchimento; N_1 e N_2 sejam as amostras mensais analisadas; σ seja o desvio padrão entre as séries; e S_1^2 e S_2^2 sejam as respectivas variâncias de cada série. Quanto ao grau de liberdade da distribuição t, adotou-se:

$$V = N_1 + N_2 - 2 \quad (4)$$

Sendo assim, para se aceitar a hipótese (H_0) como verdadeira, o escore (z) de uma estatística amostral deve estar compreendido entre $-1,96$ e $1,96$, ou seja, para se considerar a hipótese nula, os valores devem ser $-1,96 \leq z \leq 1,96$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DADOS MENSAIS

Os dados da Tabela 1 mostram uma das principais características das precipitações mensais na região Sul do Brasil: a variabilidade das chuvas mensais, típicas de sua subtropicalidade (NERY e CARFAN, 2014). Em termos de médias,

as chuvas do período de pré-enchimento variaram entre 100,9 mm (março) e 244,7 mm (outubro). Os valores máximos oscilaram entre 188,2 (março) e 597,7 (outubro). Já os valores mínimos variaram entre 12,7 mm (agosto) e 107,8 mm (outubro). As informações sobre os desvios padrão e os coeficientes de variação confirmam a elevada variabilidade, evidenciando que, em sete dos doze meses, as chuvas variaram mais de 50%. O mês de outubro se destaca por apresentar os maiores valores médios, máximos e mínimos mensais.

Tabela 1. Precipitação mensal do período de pré-enchimento (1992-2000)

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1992 | 46,8 | 180,8 | 120,8 | 36,1 | 391,2 | 175,0 | 218,0 | 213,2 | 164,3 | 107,8 | 174,0 | 72,2 |
| 1993 | 199,6 | 68,9 | 87,6 | 75,7 | 137,1 | 83,0 | 218,5 | 12,7 | 188,1 | 195,6 | 110,1 | 184,0 |
| 1994 | 81,9 | 319,6 | 76,1 | 212,0 | 92,4 | 113,3 | 261,3 | 30,2 | 124,1 | 345,5 | 215,0 | 91,0 |
| 1995 | 165,6 | 110,0 | 101,6 | 97,0 | 17,6 | 181,5 | 74,2 | 106,9 | 162,7 | 202,5 | * | 70,9 |
| 1996 | 296,3 | 226,1 | 148,8 | 56,4 | 46,5 | 145,9 | 97,6 | 185,4 | 244,8 | 165,1 | 204,2 | 158,7 |
| 1997 | 96,1 | 211,0 | 51,6 | 53,2 | 111,7 | 191,3 | 160,3 | 207,4 | 122,1 | 597,7 | 299,1 | 193,3 |
| 1998 | 283,3 | 496,0 | 188,2 | 360,6 | 149,5 | 78,4 | 114,6 | 232,2 | 255,3 | 169,4 | 35,0 | 107,6 |
| 1999 | 226,0 | 118,3 | 31,0 | 222,8 | 72,5 | 89,4 | 247,5 | 22,0 | 75,0 | 201,6 | 38,7 | 171,9 |
| 2000 | 74,8 | 106 | 102,5 | 132,7 | 92,1 | 131,6 | 146,4 | 89,1 | 299,7 | 217,4 | 106,1 | 169,6 |
| Med. | 163,4 | 204,1 | 100,9 | 138,5 | 123,4 | 132,2 | 170,9 | 122,1 | 181,8 | 244,7 | 147,8 | 135,5 |
| Máx. | 296,3 | 496,0 | 188,2 | 360,6 | 391,2 | 191,3 | 261,3 | 232,2 | 299,7 | 597,7 | 299,1 | 193,3 |
| Mín. | 46,8 | 68,9 | 31,0 | 36,1 | 17,6 | 78,4 | 74,2 | 12,7 | 75,0 | 107,8 | 35,0 | 70,9 |
| D.P. | 93,5 | 134,0 | 48,0 | 107,3 | 108,6 | 43,9 | 68,1 | 89,1 | 72,7 | 146,8 | 91,9 | 49,6 |
| CV | 57 | 66 | 48 | 77 | 88 | 33 | 40 | 73 | 40 | 60 | 62 | 37 |

* Corresponde aos meses com ausência de dados. DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de variação (%)

Os dados da Tabela 2 (período pós-enchimento) mostram um comportamento similar aos valores apresentados na Tabela I (período pré-enchimento). A mesma variabilidade típica das precipitações subtropicais no Brasil pode ser observada nos valores médios do período. O mesmo comportamento (elevada variabilidade) pode ser observado nos valores máximos (173,4 mm em fevereiro e 369,9 mm em outubro) e mínimos (2,4 mm em julho e 87,8 mm em outubro) do período de pós-enchimento. Os desvios padrão e os coeficientes de variação, igualmente, confirmam a variabilidade peculiar à dinâmica dos totais mensais, apresentando variações superiores a 50% em seis meses.

Outra técnica adotada para verificar se a formação do lago da UHE de Passo Fundo influenciou no comportamento das precipitações mensais foi a aplicação de testes de homogeneidade. O Teste t de student foi utilizado nos trabalhos de Campos (1990) sobre as precipitações mensais na UHE de Sobradinho, nos trabalhos de Grimm (1998), analisando as chuvas mensais na UHE de Itaipu, e nos trabalhos de Sanches e Fisch

(2005) para as chuvas mensais na UHE de Tucuruí (PA).

Tabela 2 – Precipitação mensal do período de pós-enchimento (2001-2010)

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2001 | 168,6 | 162,5 | 71,7 | 209,4 | 185,4 | 169,8 | 142,1 | 33,4 | 169,6 | 243,0 | 116,5 | 76,4 |
| 2002 | 108,0 | 76,9 | 99,8 | 68,5 | 202,7 | 132,4 | 108,1 | 172,1 | 166,3 | 289,3 | 195,7 | 186,1 |
| 2003 | 220,6 | 139,7 | 104,5 | 148,8 | 98,5 | 122,0 | 78,8 | 41,3 | 50,1 | 177,1 | 110,1 | 342,1 |
| 2004 | 107,2 | 119,9 | 23,4 | 138,6 | 115,7 | 60,9 | 148,3 | 44,1 | 197,6 | 209,3 | 128,3 | 15,9 |
| 2005 | 176,1 | 11,1 | 76,7 | 243,0 | 213,1 | 235,2 | 123,5 | 144,9 | 189,1 | 282,4 | 66,1 | 74,2 |
| 2006 | 166,9 | 118,0 | 132,3 | 39,0 | * | * | * | * | 128,5 | 87,8 | 237,8 | 111,5 |
| 2007 | 155,3 | 171,9 | 132,5 | 258,4 | 281,4 | 42,8 | 245,9 | 79,1 | * | 188,6 | * | 90,4 |
| 2008 | 76,6 | 86,5 | 165,9 | 216,6 | 61,7 | 235,8 | 2,4 | 97,4 | 167,8 | 369,9 | 120,0 | 56,2 |
| 2009 | 138,8 | 93,8 | 77,3 | 33,9 | 168,3 | 62,4 | 193,4 | 233,9 | * | 135,9 | * | * |
| 2010 | 138,4 | 150,4 | 152,7 | 323,7 | 208,4 | 54,0 | 159,1 | 61,0 | 117,0 | 145,5 | 83,4 | 308,1 |
| 2011 | 96,8 | 173,4 | 266 | 151,1 | 175,1 | 193,4 | 268,6 | 222,8 | 122,9 | 231,0 | 84,3 | 54,9 |
| Med. | 141,2 | 118,6 | 118,4 | 166,5 | 171,0 | 130,9 | 147,0 | 113,0 | 145,4 | 214,5 | 126,9 | 131,6 |
| Máx. | 220,6 | 173,4 | 266 | 323,7 | 281,4 | 235,8 | 268,6 | 233,9 | 197,6 | 369,9 | 237,8 | 342,1 |
| Mín. | 76,6 | 11,1 | 23,4 | 33,9 | 61,7 | 42,8 | 2,4 | 33,4 | 50,1 | 87,8 | 66,1 | 15,9 |
| DP | 41,9 | 49,2 | 63,9 | 93,9 | 64,0 | 75,0 | 77,8 | 75,6 | 45,9 | 80,3 | 55,8 | 111,5 |
| CV | 30 | 41 | 54 | 56 | 37 | 57 | 53 | 67 | 32 | 37 | 44 | 85 |

* Corresponde aos meses com ausência de dados. DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de variação (%)

A Tabela 3 mostra os resultados estatísticos após a aplicação do Teste t nas séries de pré e pós-enchimento.

Tabela 3 – Resultado da estatística t de student nos totais mensais pré e pós-enchimento

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|---------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Teste t | 0,65 | 1,81 | -0,70 | -0,61 | -1,14 | 0,04 | 0,71 | 0,23 | 1,26 | 0,55 | 0,55 | 0,09 |

Após a aplicação do teste t, a condição para a aceitação da hipótese H₀, ou seja, de que não há diferenças significativas entre ambas as séries, é que o escore (z) deva ser $-1,96 \leq z \leq 1,96$. Assim, segundo informações da Tabela 3, os totais mensais de precipitação das séries de pré e pós-enchimento da UHE de Itá, em Marcelino Ramos, são, estatisticamente, homogêneos. Dessa forma, com base nesses resultados, pode-se afirmar que não houve mudança significativa nos acumulados mensais de precipitação na área de estudo após a formação de seu lago.

3.2 DADOS DIÁRIOS

A aplicação do teste t de student nos dias com precipitação igual ou superior

a 10 mm, 20 mm, 30 mm, 50mm, 80 mm e 100 mm revelou que as séries de pré e pós-enchimento são, estatisticamente, homogêneas (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados da aplicação do Teste t de student para os dias com precipitações

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 1mm | 0,39 | 0,82 | 0,68 | 0,1 | -0,79 | -0,68 | 0,20 | -0,48 | 1,89 | 2,31 | 0,09 | -0,25 |
| 10mm | 1,65 | 2,44 | 0,78 | 0,67 | 0,08 | 1,52 | 1,76 | 1,11 | 2,21 | 0,57 | 1,70 | 0,34 |
| 20mm | 0,97 | 1,90 | -1,79 | -0,03 | -0,57 | 0,13 | 0,15 | 0,3 | 0,23 | 0,66 | 0,36 | 0 |
| 30mm | 0,25 | 1,67 | -1,16 | -0,62 | -0,13 | 0 | -0,77 | 0,51 | 0,46 | 0,35 | 0,46 | -0,51 |
| 50mm | -0,38 | 0,6 | -1,16 | -1,56 | -0,25 | 0 | -0,29 | -0,49 | 0,58 | 0,58 | 0,88 | 0,11 |
| 80mm | nulo | nulo | nulo | -0,52 | -1,0 | -1,0 | 1,5 | 0 | nulo | 0,68 | 1,0 | -1,0 |
| 100mm | nulo | nulo | nulo | 1,0 | -1,0 | nulo | nulo | nulo | nulo | nulo | nulo | nulo |

Por sua vez, a aplicação do teste *t* de *student* nos dias com precipitações ≥ 1 mm, revelou que o mês de outubro apresentou mudanças significativas entre ambos os conjuntos de dados.

No ano de 2002, segundo ano após a formação do lago, outubro se destacou pelo aumento na quantidade de dias com esse volume de chuva. Analisando informações sobre a atuação do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), Tabela 5, verifica-se que este ano esteve sob ação da fase quente do ENOS, condição que promove incremento nas precipitações no sudeste da América do Sul (GRIMM, 2000).

Sendo assim, o aumento na quantidade de dias com precipitações ≥ 1 mm no mês de outubro, na fase pós-enchimento, pode ser decorrente da ação do El Niño, coincidindo com os primeiros anos após a formação do lago da UHE de Itá (2002/2003; 2004/2005 e 2006/2007).

A Figura 2 mostra a quantidade de dias com precipitações ≥ 10 mm, consideradas, pelo teste *t* de *student*, significativamente diferentes entre os períodos de estudo. Observa-se, em ambos os casos, Figuras 2a e 2b, nos anos posteriores à formação do lago da UHE de Itá (2000), tendência de redução nos dias com tais volumes de chuva.

Muito embora a Tabela 5 mostre atuação da fase quente do ENOS nos anos 2002/2003, 2004/2005 e 2007/2007, Chechi e Sanches (2013), aplicando o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) para o Alto Uruguai gaúcho, verificaram que os anos de 2001 e 2002 foram classificados como normais em relação às precipitações anuais totais. No entanto, os anos de 2003, 2004 e 2006 foram anos considerados, pelo IAC, muito secos.

Dessa forma, as tendências negativas observadas nos meses de fevereiro e setembro, consideradas significativas após o teste *t* de *student*, apresentam

Tabela 5. Classificação trimestral do fenômeno ENOS no período de 1992 a 2011

| Ano | D/J/F | J/F/M | F/M/A | M/A/M | A/M/J | M/J/J | J/A | J/A/S | A/S/O | S/O/N | O/N/D | N/D/J |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1992 | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro |
| 1993 | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro |
| 1994 | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | El Niño | El Niño | El Niño |
| 1995 | El Niño | El Niño | El Niño | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña |
| 1996 | La Niña | La Niña | La Niña | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro |
| 1997 | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño |
| 1998 | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | Neuro | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña |
| 1999 | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña |
| 2000 | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña |
| 2001 | La Niña | La Niña | La Niña | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro |
| 2002 | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño |
| 2003 | El Niño | El Niño | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro |
| 2004 | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño |
| 2005 | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro |
| 2006 | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño |
| 2007 | El Niño | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña |
| 2008 | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro |
| 2009 | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | Neuro | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño |
| 2010 | El Niño | El Niño | El Niño | El Niño | Neuro | Neuro | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña |
| 2011 | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | Neuro | Neuro | Neuro | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña | La Niña |

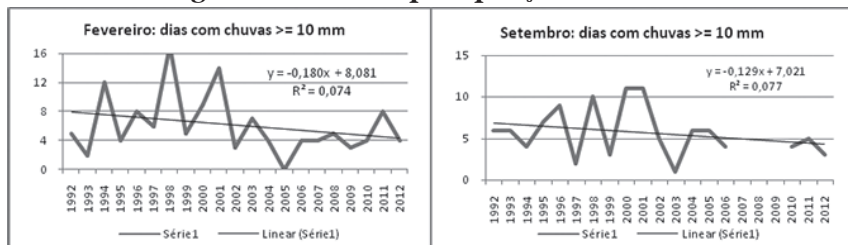
Fonte: Adaptado da NOAA.
(http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

relação direta com fenômenos atmosféricos de maior escala, fenômeno ENOS, não como decorrentes da influência direta do lago da UHE de Itá.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estatística descritiva dos totais mensais de precipitação anteriores e posteriores à formação do lago da UHE de Itá, em Marcelino Ramos, revelou que ambos os períodos apresentam características muito similares de variabilidade. Houve pequena redução nos totais máximos e aumento dos

Figura 2. Dias com precipitações ≥ 10 mm



a

b

totais mínimos, após a formação do lago.

A variabilidade observada nos valores mensais se manteve em ambos os períodos, sem a caracterização de uma estação seca, nem a formação de uma estação chuvosa. Os resultados do teste de t de student mostraram que as séries mensais de precipitação são, estatisticamente, homogêneas.

A análise dos dias com precipitações mostrou mudanças no comportamento dos dias com chuvas ≥ 1 mm nos meses de outubro e nos dias com chuvas ≥ 10 mm nos meses de fevereiro e setembro. Mesmo com tendências diferentes, aumentos dos dias em outubro e diminuição dos dias em fevereiro e setembro, as mudanças observadas são decorrentes da participação do fenômeno ENOS, não da influência do lago da UHE.

Sendo assim, os resultados permitem concluir que o lago da UHE de Itá pouco ou nada influenciou no comportamento das chuvas locais em Marcelino Ramos, ficando estas chuvas sujeitas às oscilações das componentes quentes (El Niño) e frias (La Niña) do fenômeno ENOS.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFFS pelo apoio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAXTER, R. M.; GLAUDE, P. *Environmental effects of dams and impoundments in Canada: experience and prospects*. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans, 1980. 34 p.
- CAMPOS, F. S. *Estudo de variabilidade de precipitação*. São José dos Campos, 1990. 56p. Monografia (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
- CHECHI, L.; SANCHES, F. O. O Uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do Fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 06, 1586-1597, 2013.
- CZARNOBAI, A.F.; PRUDENCIO, R.S.; RODRIGUES, M.L.G. A circulação

- atmosférica local na região da Usina Hidrelétrica de Itá. In: *XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Anais. Florianópolis, 2006.
- DANTAS, S. P.; SALES, M. C. L. A Influência do Açude Castanhão no Clima Local de Jaguarema - Ceará – Brasil: Uma análise no campo térmico e higrométrico. *Revista. Equador*. v.4, p. 2-17, 2015.
- FERRAZZO, S.; AGAZZI, L.; PILLA, T.P.; SANCHES, F. A influência do lago da UHE de Passo Fundo (RS) nas precipitações mensais. *Revista Equador*, v. 4, p. 1029-1035, 2015.
- GOODLAND, R. J. A. Environmental optimization in hydrodevelopment of tropical forest regions. In. *MAN-MADE LAKES AND HUMAN HEALTHY*. Paramaribo, Suriname, 1977. Proceedings of the symposium on man-made and human healthy, Faculty of Medicien, University of Suriname, Paramaribo: ed. Panday R.S, 1977. P. 73.
- GRIMM, A. M. Verificação de Variações Climáticas na área do Lago de Itaipu – In: *Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 5, 1988. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Paraná, 1988.
- GRIMM, A. M., BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. *Journal of Climate*. 1. p. 35-58. 2000.
- NERY, J. T.; CARFAN, A. C. Re-analysis of pluvial precipitation in southern Brazil. *Atmosfera* 27, 103-115, 2014.
- Rodrigues, M.L.G.; Canônica, E. Análise preliminar do impacto do reservatório de Itá no clima local. In: *XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Anais. Florianópolis, 2006.
- SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devidas à formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí-PA. *Acta Amazonica*. vol. 35 n.1 Manaus, 2005.
- SILVA FILHO, V.; RABELO, J.K.L. Detecção de possíveis diferenças ocorridas no comportamento da atmosfera local, como consequência da introdução do lago Castanhão no estado do Ceará. In: *XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Anais. Gramado-RS, 2012.
- SOUZA, M.B.; GALVANI, E. Formação de reservatórios e influências no microclima: estudo da cidade de Presidente Epitácio, Estado de São Paulo, Brasil. In: *VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física*. Anais. Universidade de Coimbra, Portugal, 2010.

Recebido em: 14/09/2015

Aceito em: 10/11/2015