



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

SUÉLLEN TONATTO FERRAZZO

**A INFLUÊNCIA DO LAGO DA UHE DE PASSO FUNDO NO COMPORTAMENTO
DAS PRECIPITAÇÕES LOCAIS**

**ERECHIM
2016**

SUÉLLEN TONATTO FERRAZZO

**A INFLUÊNCIA DO LAGO DA UHE DE PASSO FUNDO NO COMPORTAMENTO
DAS PRECIPITAÇÕES LOCAIS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau
de Bacharel em Engenharia Ambiental da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Valmir da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Fabio de Oliveira Sanches

ERECHIM

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Ferrazzo, Suéllen Tonatto
A INFLUÊNCIA DO LAGO DA UHE DE PASSO FUNDO NO
COMPORTAMENTO DA PRECIPITAÇÕES LOCAIS/ Suéllen Tonatto
Ferrazzo. -- 2016.
36 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Valmir da Silva.
Co-orientador: Prof. Dr. Fabio de Oliveira Sanches.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Engenharia Ambiental , Erechim, RS , 2016.

1. Alto Uruguai. 2. Chuvas. 3. Microclima em lagos
artificiais. 4. Teste estatístico. I. Silva, Prof. Dr.
Roberto Valmir da, orient. II. Sanches, Prof. Dr. Fabio
de Oliveira, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

SUÉLLEN TONATTO FERRAZZO

**A INFLUÊNCIA DO LAGO DA UHE DE PASSO FUNDO NO COMPORTAMENTO
DAS PRECIPITAÇÕES LOCAIS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Valmir da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Fabio de Oliveira Sanches

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
29/06/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Valmir da Silva – UFFS

Prof. Dr. Fabio de Oliveira Sanches – UFTM

Prof. Dr. José Mario Vicensi Grzybowski – UFFS

Prof. Dr. Paulo Hartmann – UFFS

Aos meus pais por todo amor, dedicação e incentivo imprescindíveis à minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e por essa oportunidade de aprendizado.

A minha família, em especial meus pais, Silvia Maria Ferrazzo e Dirceu Antônio Ferrazzo, por todo incentivo e apoio prestados, sendo essenciais para conclusão dessa importante etapa em minha vida.

Ao meu orientador, Professor Dr. Roberto Valmir da Silva, por sua paciência e dedicação em dar todo suporte necessário para finalização desse trabalho.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Fabio de Oliveira Sanches, por sua paciência, conselhos e pela dedicação e orientação imprescindíveis para conclusão desse trabalho.

As estudantes do Curso de Agronomia, Luciane Renata Agazzi e a Thalita Pedrozo Pilla, por terem contribuído com a organização dos dados diários de precipitação.

A Camila Fátima Rutkoski, por sua amizade e incentivo durante toda graduação, e por ter sido a melhor colega de trabalhos.

Aos meus amigos e colegas do Curso de Engenharia Ambiental, pela amizade, companheirismo e momentos de estudo.

A Fernando Christ por sua amizade, conselhos e incentivo.

Ao Professor Dr. Paulo Afonso Hartmann, por toda sua dedicação em conduzir a disciplinas referentes ao Trabalho de Conclusão de Curso.

A todos Professores com que tive o privilégio de ter aulas, por seus ensinamentos e conselhos que foram fundamentais para meu aperfeiçoamento profissional.

RESUMO

A UHE de Passo Fundo iniciou sua atividade com o barramento do rio Passo Fundo no município de Entre Rios do Sul (RS), em maio de 1971. A formação de um lago artificial de 153 km² promoveu uma política de desapropriações, bem como uma nova dinâmica de valorização das terras no seu entorno, além de uma nova vocação agrícola no âmbito regional. No entanto, não há estudos referentes às possíveis implicações ambientais em virtude da construção de um empreendimento de tal dimensão. O estudo objetiva comparar as precipitações locais, anteriores e posteriores à formação do lago da UHE de Passo Fundo, buscando encontrar evidências de possíveis modificações no comportamento das chuvas em função da formação de seu lago. Para tanto, foram utilizados dados pluviométricos diários obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA) referentes ao posto de Ronda Alta (RS), localizado nas margens do lago. Os dados diários de precipitação foram organizados em: totais anuais, totais trimestrais, totais mensais, e em dias com precipitação igual ou superior a 1 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 50 mm, 80 mm e 100 mm. Também foram identificados os mais longos períodos secos nos meses (CCD/mês) e a quantidade de dias secos em cada mês (DS). Os dados foram organizados em dois períodos distintos: pré-enchimento (1960-1970) e pós-enchimento (1971-1981). A análise dos totais anuais, por meio do desvio padrão, revelou que a formação do lago artificial não influenciou no comportamento das precipitações. Verificou-se forte influência do fenômeno ENOS nos anos posteriores a formação do lago da UHE. A aplicação do Teste "t" de *Student* nos totais trimestrais e totais mensais também revelou que a formação do lago não influenciou no período pós-enchimento. A avaliação das categorias diárias de chuvas sugeriu que as chuvas \geq a 50 mm no mês de julho tenham sofrido redução significativa após a formação do lago. O teste de *Student*, também, demonstrou que nos meses de maio e novembro o CDD/mês e os DS apresentaram redução significativa. Dessa forma, é possível considerar que a formação do lago da UHE de Passo Fundo pouco influenciou no comportamento das chuvas em função da sua formação. De forma geral, o fenômeno ENOS parece modular as precipitações na região.

Palavras-chave: Alto Uruguai. Chuvas. Microclima em lagos artificiais. Teste estatístico.

ABSTRACT

The Hydroelectric Power Plant (HPP) of the Passo Fundo, located in the Entre Rios municipality, state of Rio Grande do Sul, southern region of Brazil, started its activities in May, 1971. Due to the dam construction, an artificial lake was formed, which is 153 km² in area. For that reason, several properties had to be reallocated, and an exchange in the regional agricultural model took place. However, there is no studies regarding the environmental implications caused by the lake formation. This study aims to analyze the local rainfall data in order to find changes on the local rainfall pattern. Towards this end, daily rainfall data acquired from the Brazilian Water Resources Agency (ANA) and monitored at the rainfall gauge station Ronda Alta, which is located nearby the lake, were used. The time-series was divided into two sets: pre-filling set (before the lake formation, 1960 - 1970) and, post-filling set (after the lake formation, 1971 - 1981). The daily data were organized into: annual rainfall values, quarterly rainfall values, semi-annual rainfall values, and daily rainfall data categories. These categories regard cumulative daily rainfall larger or equal to 1, 10, 20, 30, 50, 80 and 100 mm. In addition, longest periods of drought were identified (CCD/month) and the number of days with no rainfall for every month (DS). Analysis of the annual data by means of the standard deviation suggests that the lake formation had no effect on the local rainfall pattern. It was verified a strong influence of the ENSO phenomenon on the years after the lake formation. The Student's t-test application in the quarterly and semi-annual data also showed the lake formation had no effect on the local rainfall pattern. Results from the daily rainfall data organized into categories revealed that daily rainfalls larger or equal to 50 mm in the month of July have been reduced by the lake formation. Moreover, the Student's t-test showed that CDD/month and DS presented a significant reduction in the months of May and November. Thus, it is possible to state that the HPP of the Passo Fundo lake formation had little influence on the local rainfall pattern. It seems the ENSO phenomenon dictates the local rainfall pattern.

Key-words: Alto Uruguai. Rainfall pattern. Microclimate in artificial lake. Statistical tests.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do lago da UHE de Passo Fundo e do posto meteorológico de Ronda Alta.....	17
Figura 2 - Série temporal dos totais anuais de precipitação no período de 1960 a 1981, com linha de tendência linear e desvio padrão da série.....	20
Figura 3 - Série temporal dos dias com precipitação ≥ 50 mm para o mês julho no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear.....	26
Figura 4 - Série temporal do maior período seco para o mês maio no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear (a) e Box Plot para os períodos de pré e pós enchimento para maio (b).....	28
Figura 5 - Série temporal do maior período seco para o mês novembro no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear (a) e Box Plot para os períodos de pré e pós enchimento para novembro (b)	29
Figura 6 - Série temporal do número de dias seco para o mês junho no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear (a) e Box Plot para os períodos de pré e pós-enchimento para junho (b).....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do fenômeno ENOS em anos com totais mensais de precipitação abaixo do desvio-padrão da série	21
Tabela 2 - Classificação do fenômeno ENOS em anos com totais mensais de precipitação acima do desvio padrão da série	21
Tabela 3 - Resultado da estatística “t” de <i>Student</i> para os totais trimestrais	22
Tabela 4 - Precipitação mensal do período de preenchimento (1960-1970).....	23
Tabela 5 - Precipitação mensal do período de pós-enchimento (1971-1981)	24
Tabela 6 - Resultado da estatística “t” de <i>Student</i> para os totais mensais.....	24
Tabela 7 - Resultado da estatística “t” de <i>Student</i> para as classes.....	25
Tabela 8 - Classificação do fenômeno ENOS para o mês de julho no período de 1960 a 1981	27
Tabela 9 - Resultado da estatística “t” de <i>Student</i> para maior período seco do mês (CCD)	28
Tabela 10 - Classificação do fenômeno ENOS no período de 1960 a 1981	30
Tabela 11 - Resultado da estatística “t” de <i>Student</i> para número de dias secos	31

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ENOS	El Niño Oscilação Sul
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UHE	Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral.....	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3	METODOLOGIA	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1	ANÁLISE DOS TOTAIS ANUAIS.....	20
4.2	ANÁLISE DOS TOTAIS TRIMESTRAIS	22
4.3	ANÁLISE DOS TOTAIS MENSASIS.....	22
4.4	ANÁLISE DIÁRIA	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Dada suas características naturais, a região do Alto Uruguai possui elevado potencial hidráulico para fins de geração energética tanto por meio de Usinas Hidrelétricas (UHE), como também por Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) (SOUZA, 2009).

Desde os anos 1970 uma série desses empreendimentos vem sendo construídos na região, promovidos pelo Estado, por meio de sua política desenvolvimentista, bem como por associações empresariais e consórcios privados (políticas de concessão e de privatizações) (SOUZA, 2009).

A UHE de Passo Fundo iniciou sua atividade, com o barramento do rio Passo Fundo no município de Entre Rios do Sul (RS), em maio de 1971, formando um lago artificial com área de 153 km², volume de 1,6 km³ e profundidade máxima de 39 m (HAHN et al., 2001).

A formação do lago abrangeu áreas dos municípios de Campinas do Sul, Benjamim Constant do Sul, Cruzaltense, Jacutinga, Quatro Irmãos, Pontão, Trindade do Sul, Três Palmeiras, Ronda Alta além do próprio município de Entre Rios do Sul.

Na época, a formação de um lago artificial dessa dimensão promoveu ações de desapropriação, bem como uma nova dinâmica de valorização das terras no seu entorno, além de uma nova vocação agrícola no âmbito regional.

Considerando o estudo de impactos ambientais decorrentes da formação de lagos artificiais, sobretudo quanto às mudanças de ordem climática, é possível destacar os trabalhos de Goodland (1977), Baxter e Glaude (1980), Grimm (1988), Campos (1990), Sanches e Fisch (2005), Rodrigues e Canônica (2006), Czarnobai et al. (2006), Souza e Galvani (2010), Silva Filho e Rabelo (2012), Biavati et al. (2015) e Dantas e Sales (2015).

Em essência, tais trabalhos buscaram avaliar o comportamento das variáveis meteorológicas, anteriores e posteriores a formação de seus respectivos lagos artificiais (lagos de UHE), buscando encontrar evidências de modificação em virtude dos mesmos.

Além disso, as alterações ocorridas em termos de microclima com as variáveis meteorológicas despertam certa preocupação por estudiosos na área de climatologia, visto que afetam direta e indiretamente o homem (ARAÚJO, 2012), abrangendo aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Entretanto, com relação à UHE de Passo Fundo, não há estudos referentes às possíveis implicações ambientais em virtude da construção desse empreendimento. Desconhecem-se informações acerca de possíveis transformações dos elementos da paisagem no entorno do lago ou alterações em termos de microclima, como a influência da formação do lago no comportamento das precipitações locais.

Frente a essa falta de estudos e considerando o número de empreendimentos para fins de geração de energia elétrica na região, verifica-se a carência de informações acerca da influência de lagos de UHE na climatologia local e regional.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho consiste em comparar as precipitações anteriores e posteriores à formação do lago da UHE de Passo Fundo buscando encontrar evidências de possíveis modificações no comportamento das chuvas em função da formação de seu lago.

1.1.2 Objetivos específicos

- Reconhecer o comportamento das precipitações (quantitativo e qualitativo) no entorno da UHE de Passo Fundo;
- Verificar se a formação do lago artificial com aproximadamente 153 km² influenciou de alguma forma no comportamento das precipitações locais;
- Ampliar os estudos sobre microclimas em lagos de hidrelétricas no Brasil devido à quantidade de empreendimentos instalados (e os planejados) na região do Alto Uruguai e de seus possíveis impactos socioambientais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Considerando aspectos ligados ao estudo de impactos ambientais decorrentes da formação de lagos artificiais, sobretudo às mudanças de ordem climática, destaca-se o fato de que a bibliografia referente ao tema ainda é muito escassa.

Dentre os primeiros trabalhos que abordaram essa temática tem-se o de Goodland (1977). De forma abrangente, o estudo apresenta os principais impactos ambientais e sociais relacionados à construção de uma hidrelétrica no mundo tropical, principalmente na região das Guianas. O autor relata uma série de impactos tais como: o deslocamento de populações e perda de infraestrutura; proliferação de vetores de doenças; redução nas populações de peixes e comprometimento da qualidade da água dos reservatórios.

Além disso, Goodland (*ibidem*) ainda cita que na avaliação ambiental de projetos hidrelétricos devem-se abordar: os problemas ambientais (preservação, mitigação ou remediação); as oportunidades ambientais (capacidade máxima de exploração) e o monitoramento ambiental. Dessa forma, possibilitando fazer uma previsão dos problemas e oportunidades decorrentes da construção de uma hidrelétrica.

No território canadense, Baxter e Glaude (1980) realizaram uma série de estudos generalizados sobre os impactos ambientais e econômicos referente à construção de hidrelétricas. Os trabalhos abrangeram aspectos como: perda de recursos causada pela inundação; os impactos físicos decorrentes das atividades de construção; possíveis alterações químicas na qualidade da água das barragens em relação ao local; alterações em processos de erosão e sedimentação; a complexidade dos efeitos causados à fauna e flora locais. Sob uma visão holística, os autores também abordaram as alterações climáticas e suas consequências.

Já a Comissão Mundial de Barragens (CMB, 1999) promoveu debates sobre o conceito de desenvolvimento sustentável e produziu uma revisão a cerca da influência de barragens no desenvolvimento. Dentro da perspectiva de sustentabilidade, fizeram-se abordagens sob o ponto de vista de “crescimento econômico, igualdade social, preservação do ambiente e participação política num contexto global de mudança” (CMB, 1999, p.1).

Ainda de acordo com a CMB (1999), à medida que se aproximava do século XXI, em construção de barragens promoviam-se raras discussões sobre a relação

entre essas obras e os pilares do desenvolvimento sustentável.

No Brasil, considerando os estudos sobre a influência dos lagos artificiais na climatologia local, o trabalho de Grimm (1988) pode ser considerado como o marco inicial no tema.

Em seu trabalho, Grimm (1988) buscou verificar se houve influência da UHE de Itaipu no comportamento de um conjunto de elementos climáticos. Para isso, a autora agrupou os dados em dois períodos distintos (anterior e posterior à formação do lago) e aplicou os testes de *Mann-Whitney* e *Fisher*. Os resultados demonstraram um acréscimo da temperatura mínima e uma redução da temperatura máxima no mês de agosto. Também-se, constatou-se um aumento da evaporação, com destaque para o mês de maio. Quanto à insolação e as precipitações mensais, não foram observadas alterações significativas após a formação da lâmina d'água.

Por sua vez, Campos (1990) avaliou o comportamento espaço-temporal da precipitação regional, considerando o período anterior e posterior à formação do lago da Hidrelétrica de Sobradinho, no semiárido nordestino. O autor verificou que nos municípios atingidos pelo barramento (Remanso, Sento Fé e Xique-Xique) a formação do lago influenciou em um acréscimo de 13% dos totais anuais de precipitação e um acréscimo de 16% no trimestre mais chuvoso.

Na Usina Hidrelétrica de Tucuruí (PA), Sanches e Fisch (2005) desenvolveram estudos sobre a influência da formação do lago no comportamento das precipitações locais. Os autores utilizaram dados diários de precipitação dos períodos de 1972 a 1983 (pré-enchimento) e de 1984 a 1996 (pós-enchimento) para as cidades de Tucuruí e Marabá, ambas no estado do Pará. Com a aplicação dos testes “t” de *Student* e de *Mann-Whitney*, verificou-se que os totais mensais de ambos os períodos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. O mesmo resultado foi observado em relação à ocorrência de dias com precipitação superior a 5 e 25 mm.dia⁻¹. Entretanto, verificou-se um leve aumento do número de dias com chuvas fracas no final período seco do pós-enchimento e que, pode estar relacionada à alta evaporação do lago artificial.

Considerando a temática no nível regional, os trabalhos de Rodrigues e Canônica (2006), Czarnobai et al. (2006) e Biavati et al. (2015) demonstram estudos que foram desenvolvidos para a UHE de Itá (SC).

Rodrigues e Canônica (2006) buscaram identificar possíveis modificações na

precipitação e na temperatura (mínima, média e máxima) vinculadas à formação do lago da UHE de Itá. Para tanto, foi feita uma comparação espaço-temporal de dados provenientes de séries históricas (13 anos) das estações de Itá, Chapecó e Campos Novos. Na comparação de dados entre as três estações observaram-se períodos com precipitação inferior a média e temperatura mais acentuada, posteriores a formação do lago. Dessa forma, estando relacionadas a um padrão de clima regional. Já a comparação temporal, permitiu verificar que em Itá houve um acréscimo da temperatura mínima e uma leve redução na máxima, frente às outras duas estações. Sendo assim, consideradas como alterações no microclima em decorrência da formação do lago.

Na região da UHE de Itá, Czarnobai et al. (2006) avaliaram o comportamento do ciclo diurno da velocidade e direção do vento e a ocorrência de brisas lacustres. Os autores identificaram a predominância de ventos que sopram do Nordeste (NE), seguidos por de Leste (E) e, de forma geral, as velocidades oscilam de 1,5 a 2,5 m/s. Além disso, verificaram a presença de brisa lacustre definida durante o verão, iniciando próximo das 13h hora local (HL) e alcançando intensidade máxima em torno das 18h HL.

Biavati et al. (2015) compararam as precipitações mensais em Marcelino Ramos (RS) afim de, encontrar evidências de modificações no comportamento das chuvas em função da formação do lago da UHE de Itá. Para tanto, utilizaram dados diários do posto pluviométrico de Marcelino Ramos (RS), localizado nas margens do lago. Análises estatísticas e a aplicação do Teste “t” de *Student* revelaram que os dados de ambos os períodos são, estatisticamente, homogêneos. Dessa forma, permitindo considerar que formação do lago da UHE de Itá não alterou o comportamento das chuvas mensais em Marcelino Ramos.

Souza e Galvani (2010) realizaram um estudo sobre as possíveis modificações no microclima do município de Presidente Epitácio (SP) devido à formação do lago da UHE Engenheiro Sergio Motta, mais conhecida como Porto Primavera. Os autores utilizaram registros de temperatura e umidade do ar da região nas quatro estações do ano. Esses dados contemplavam pontos estratégicos iniciando na margem do reservatório, passando pela área central da cidade e terminando na área rural. Nesse trabalho, constatou-se que o lago não influenciou no aumento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, no perímetro urbano de Presidente Epitácio.

Já, Silva Filho e Rabelo (2012), estudaram a relação entre a formação do lago do Castanhão (CE) em 2004 e as mudanças climáticas. Para tanto, analisaram-se séries de precipitações de três estações meteorológicas localizadas no entorno do lago. Esse estudo demonstrou que houve acréscimo na quantidade de precipitação na região, posterior a formação do lago.

Por fim, o trabalho de Dantas e Sales (2015) buscou investigar o nível de influência do reservatório Castanhão no clima local do município de Jaguaratama no Ceará. Os autores consideraram as variáveis: temperatura do ar e umidade relativa do ar. Tal análise revelou que a temperatura não apresentou grandes modificações. No entanto, constatou-se que a umidade relativa do ar apresentou influência em termos de microclima do lago do Açude até a 700 m da borda do reservatório.

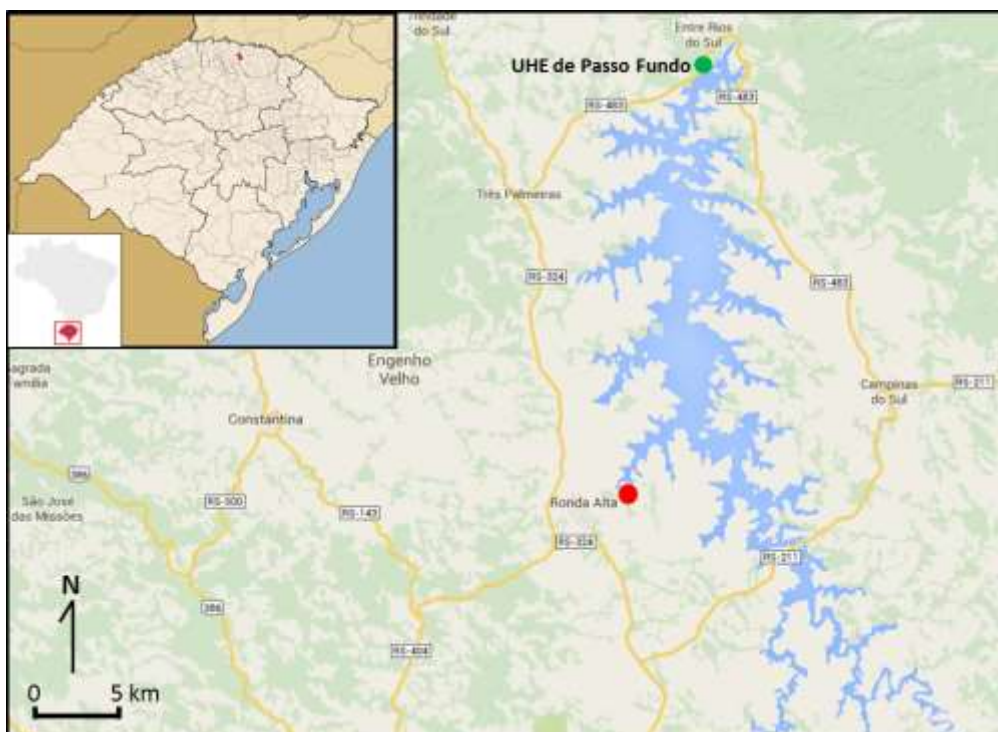
3 METODOLOGIA

Inicialmente foi feito o levantamento e a coleta de dados pluviométricos da região de entorno do lago da UHE de Passo Fundo, anteriores e posteriores a sua formação. Tal levantamento foi efetuado na plataforma eletrônica de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas – ANA: Plataforma Hidroweb (<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>).

Foram selecionados dados posto nº 02752012 Ronda Alta (27° 47' lat. Sul/52° 48' long. W), no município de Ronda Alta (RS) em virtude de se apresentarem mais consistentes (sem falhas) nos períodos de estudo.

Considerando a disponibilidade de dados meteorológicos, muitas vezes são encontradas séries inconsistentes devido a falhas associadas à problemas nos instrumentos de medição, medições não realizadas, dados excluídos por erros de medição e até mesmo, por condições climáticas extremas (ADAMI et al., 2006; GARCÍA-PEÑA et al., 2014).

Figura 1 - Localização do lago da UHE de Passo Fundo e do posto meteorológico de Ronda Alta



Fonte: Adaptado do Google Maps.

Os dados diários de precipitação foram organizados: em totais anuais, totais trimestrais, totais mensais, e em dias com precipitação igual ou superior a 1 mm, 10

mm, 20 mm, 30 mm, 50 mm, 80 mm e 100 mm. Também, serão identificados os mais longos períodos secos nos meses (CCD/mês) e a quantidade de dias secos em cada mês (DS).

Como sugerido na maior parte da literatura consultada, os dados foram agrupados em dois períodos distintos: os períodos de pré-enchimento (1960-1970) e pós-enchimento (1971-1981).

A avaliação do comportamento dos totais anuais se deu a partir da elaboração de gráfico de colunas, análise de sua tendência linear e do desvio padrão da série (1960-1981). A literatura sugere que, nessa escala, a influência no comportamento das chuvas se dá, principalmente, por fenômenos de variabilidade de maior escala como o El Niño Oscilação Sul (ENOS), por exemplo (GRIMM, 1988).

Os totais mensais foram submetidos à estatística descritiva (média, valores máximo e mínimo, desvio padrão, coeficiente de variação) como forma de verificação do comportamento das chuvas em ambos os períodos e seus percentuais de participação.

Já os totais trimestrais, totais mensais e as classes de precipitação (≥ 1 mm, ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 50 mm, ≥ 80 mm e ≥ 100 mm, DS e CCD/mês foram submetidos ao Teste t de *Student* (teste de homogeneidade) em um nível de significância de 95% ($\alpha = 0,05$), para verificar a homogeneidade de ambas 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 mostrarem-se diferentes do que os esperados por essa hipótese (H_0), pode-se considerar que as diferenças observadas são, estatisticamente, significativas.

Assim, de acordo com Spiegel (1993) temos:

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

onde

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \quad (2)$$

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 são as amostras mensais analisadas, σ o desvio padrão entre as séries e s_1^2 e s_2^2 as respectivas variâncias de cada série. Quanto ao grau de liberdade da distribuição t, adotou-se que:

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

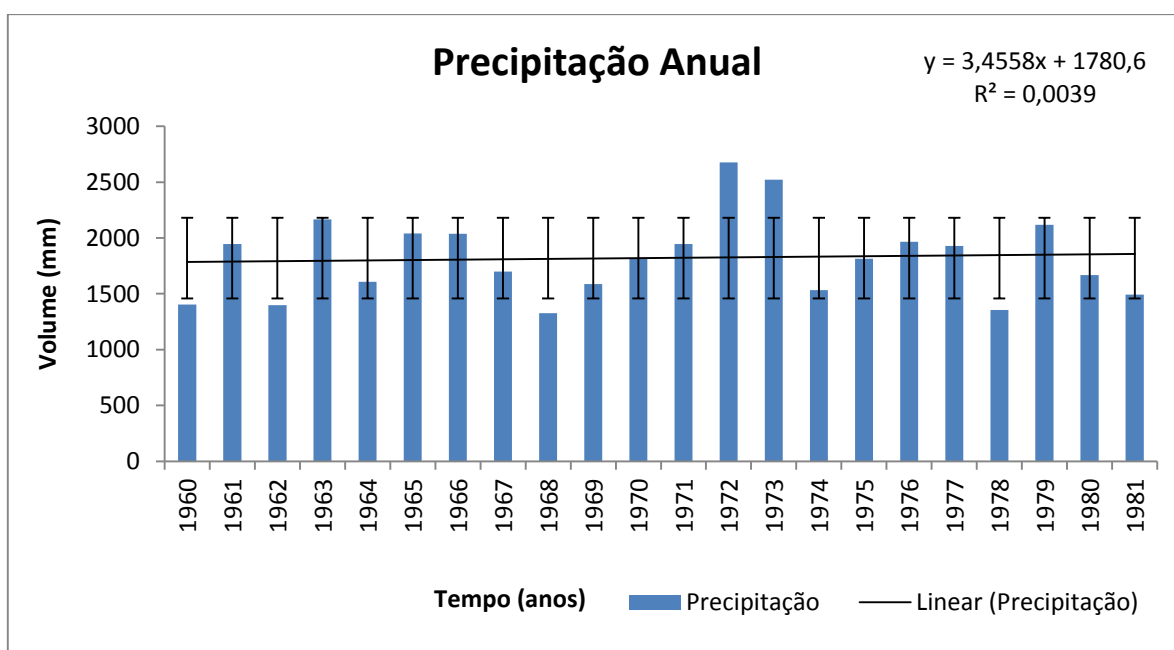
Sendo assim, para se aceitar a hipótese (H_0) como verdadeira, o escore (z) de uma estatística amostral deve estar compreendido entre $-1,96$ e $1,96$, ou seja, para se considerar a hipótese nula, os valores devem ser $-1,96 \leq z \leq 1,96$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DOS TOTAIS ANUAIS

Na Figura 2 demonstra o comportamento dos totais anuais de precipitação, tanto da série pré e pós-enchimento, sua linha de tendência linear e o desvio padrão da série.

Figura 2 - Série temporal dos totais anuais de precipitação no período de 1960 a 1981, com linha de tendência linear e desvio padrão da série



Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível observar (Figura 2) que os anos de 1960, 1962, 1968 e 1978 apresentaram precipitações abaixo do limite inferior do desvio padrão da série. Esses anos foram comparados com a ocorrência do fenômeno ENOS de acordo com informações da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysismonitoring/ensostuff/ensoyears.shl>):

Tabela 1 - Classificação do fenômeno ENOS em anos com totais mensais de precipitação abaixo do desvio-padrão da série

Ano	NOAA
1960	Neutro
1962	Neutro
1968	El Niño
1978	El Niño

Fonte: NOAA. Adaptado pelo autor.

Na Tabela 1, observa-se que os anos de 1960 e 1962 estavam sem a influência do ENOS, enquanto que, os anos de 1968 e 1978 apresentaram-se sob influência da fase positiva do fenômeno.

Também, na Figura 2, é possível identificar que nos anos de 1972 e 1973, os totais anuais apresentaram-se acima do limite superior do desvio padrão da série. Esses anos de grandes volumes de precipitações também foram comparados a ocorrência do fenômeno ENOS, conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Classificação do fenômeno ENOS em anos com totais mensais de precipitação acima do desvio padrão da série

Anos	NOAA
1972	La Niña/ El Niño
1973	El Niño/ La Niña

Fonte: NOAA. Adaptado pelo autor.

Devido aos anos do período pós-enchimento que apresentaram precipitações inferiores ao desvio padrão da série, 1978, e precipitações superiores, 1972 e 1973, estarem sob influência do fenômeno ENOS, é possível considerar que precipitações anuais locais não foram influenciadas pela formação do lago da (UHE) de Passo Fundo.

Os resultados observados corroboram com os trabalhos de Borsato (2011) e Tedeschi (2013), os quais relacionam a ocorrência do fenômeno ENOS como o responsável por alterações no sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical, modificando o clima global e regional.

Para Grimm et al. (2000), o ENOS (El Niño e La Niña) tem como uma das áreas mais afetadas, o Sul e o Sudeste da América do Sul. Nessa porção do continente localiza-se a região Sul do Brasil, a Argentina, o Chile, o Uruguai e o Paraguai.

Para Borsato (2011), pesquisas demonstraram que no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná o ENOS exerce influência no clima, principalmente no que tange as precipitações. Em demais estudos realizados por Kousky et al. (1984), Rao e Hada (1990), Ropelevski e Halpert (1987) e Grimm e Gomes (1996) *apud* Borsato (*ibidem*), no Brasil e mundo, observou-se a influência desse fenômeno, sobretudo, na distribuição e altura das chuvas.

4.2 ANÁLISE DOS TOTAIS TRIMESTRAIS

Na Tabela 3, estão expostos os resultados estatísticos após a aplicação do Teste t nas séries de pré e pós-enchimento.

Tabela 3 - Resultado da estatística “t” de *Student* para os totais trimestrais

	JFM	AMJ	JAS	OND
Teste t	-1,15	-1,19	0,14	-1,22

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para se aceitar a hipótese H_0 , ou seja, de que não haja diferenças significativas entre ambas as séries, em um nível de 95%, o escore (α) da estatística “t” deve ser - $1,96 \leq \alpha \leq 1,96$.

Dessa forma, de acordo com as informações da Tabela 3, os totais trimestrais de precipitação das séries de pré e pós-enchimento são, estatisticamente, homogêneos, caracterizando assim, que não houve mudança significativa nos acumulados trimestrais de precipitação na área de estudo após a formação do lago da UHE de Passo Fundo.

4.3 ANÁLISE DOS TOTAIS MENSAIS

A análise mensal consistiu na extração dos valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação (Tabelas 4 e 5) e posteriormente, na aplicação do teste “t” de *Student*.

Tabela 4 - Precipitação mensal do período de preenchimento (1960-1970)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1960	97,6	87,6	91,4	55,8	82,6	163,0	101,4	236,8	202,6	147,8	56,5	80,8
1961	178,6	152,4	232,8	161,0	91,2	114,4	118,8	115,2	302,4	219,2	149,4	110,4
1962	140,4	80,8	112,8	51,4	226,8	34,0	180,4	81,2	124,0	146,2	133,6	87,2
1963	306,4	67,4	274,2	81,2	124,8	141,0	109,2	160,8	271,0	214,4	307,0	109,0
1964	103,0	107,2	125,2	360,6	36,6	41,4	97,0	256,0	152,0	113,0	62,2	154,4
1965	63,8	157,0	59,6	218,4	62,2	51,4	124,4	455,6	353,0	177,6	98,8	219
1966	191,8	215,2	100,6	20,8	13,0	263,6	186,2	277,2	202,4	288,7	87,4	191,5
1967	132,8	106,9	170,5	43,2	94,3	74,1	213,9	279,9	198,9	192,4	129,5	63,2
1968	134,2	88,1	115,9	154,1	23,0	82,6	108,4	16,8	156,6	167,2	142,8	137,2
1969	226,4	177,6	88,2	116,0	177,6	133,0	72,4	58,2	92,1	99,4	215,8	132,0
1970	40,7	165,0	122,0	86,8	237,6	261,8	158,0	89,4	126,4	170,6	54,8	300,8
Med.	146,9	127,7	135,7	122,7	106,3	123,7	133,6	184,3	198,3	176,0	130,7	144,1
Máx.	306,4	215,2	274,2	360,6	237,6	263,6	213,9	455,6	353,0	288,7	307,0	300,8
Mín.	40,7	67,4	59,6	20,8	13,0	34,0	72,4	16,8	92,1	99,4	54,8	63,2
D.Pad.	76,0	47,8	65,0	98,8	77,8	80,5	44,3	129,7	81,2	52,9	75,9	69,9
CV (%)	52	37	48	81	73	65	33	70	41	30	58	49

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da análise dos dados da Tabela 4 é possível observar uma das principais características das precipitações mensais da subtropicalidade: a irregularidade nos valores mensais (variabilidade) (Nery e Carfan, 2014). Em termos de médias, o período de preenchimento variou entre 106,3 mm (maio) e 198,3 mm (setembro). Os valores máximos oscilaram entre 213,9 (julho) e 455,6 (agosto). Já os valores mínimos variaram entre 13,0 mm (maio) e 99,4 mm (outubro). As informações sobre os desvios padrões e os coeficientes de variação confirmam a alta variabilidade demonstrando que em metade dos meses as chuvas variaram em mais de 50%.

Tabela 5 - Precipitação mensal do período de pós-enchimento (1971-1981)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1971	195,4	244,8	157,1	188,6	139,9	297,2	125,5	220,8	123,0	83,2	52,6	116,4
1972	230,6	191,8	178,2	176,6	87,4	430,6	171,1	402,0	366,2	122,2	218,0	101,0
1973	280,2	172,4	206,6	129,2	258,2	241,2	313,2	241,0	171,8	197,2	99,6	211,8
1974	156,2	112,8	120,2	48,2	216,2	206,6	43,6	94,8	33,4	108,8	177,0	214,8
1975	169,8	116,6	206,6	80,4	52,8	153,8	92,0	191,0	214,5	184,2	147,6	205,8
1976	300,6	153,4	73,8	69,8	159,0	58,2	159,6	156,4	170,6	172,2	276,6	214,3
1977	198,4	183,7	139,8	24,8	92,4	281,6	197,9	208,3	118,6	119,8	270,4	93,8
1978	120,6	33,4	155,0	27,2	35,8	98,5	193,5	77,2	166,6	141,3	157,4	148,6
1979	22,8	181,6	135,8	158,4	226,0	64,4	236,4	175,8	142,3	396,4	122,6	255,0
1980	93,4	164,6	121,5	36,2	216,4	66,8	156,0	161,4	132,8	172,1	195,6	150,0
1981	175,4	121,4	61,2	137,0	35,4	164,0	44,8	119,8	125,8	100,6	153,6	253,0
Med.	176,7	152,4	141,4	97,9	138,1	187,5	157,6	186,2	160,5	163,5	170,1	178,6
Máx.	300,6	244,8	206,6	188,6	258,2	430,6	313,2	402,0	366,2	396,4	276,6	255,0
Mín.	22,8	33,4	61,2	24,8	35,4	58,2	43,6	77,2	33,4	83,2	52,6	93,8
D.Pad.	80,0	55,2	47,1	61,9	82,3	118,0	80,4	88,1	81,9	85,7	68,1	58,8
CV (%)	45	36	33	63	60	63	51	47	51	52	40	33

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas informações da Tabela 5 (período pós-enchimento) observa-se um comportamento similar aos valores apresentados na Tabela 4 (período pré-enchimento). A mesma variabilidade pode ser observada nos valores médios do período. O destaque para a média do mês de abril que apresentou valores abaixo de 100 mm. Entretanto, tal condição corrobora com a alta variabilidade típica das chuvas mensais para a região de estudo. O mesmo comportamento (alta variabilidade) pode ser observado nos valores máximos e mínimos do período de pós-enchimento. Os desvios padrões e os coeficientes de variação, igualmente, confirmam a variabilidade peculiar a dinâmica dos totais mensais.

Na Tabela 6, observam-se os resultados estatísticos após a aplicação do Teste t nas séries de pré e pós-enchimento.

Tabela 6 - Resultado da estatística “t” de *Student* para os totais mensais

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Teste t	-0,79	-1,18	-0,25	0,72	-1,03	-1,73	-1,05	-0,03	1,25	-0,37	-1,38	-1,60

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode-se observar na Tabela 6, nenhum mês apresentou diferença significativa, ou seja, a formação do lado da UHE de Passo fundo não modificou os acumulados mensais.

4.4 ANÁLISE DIÁRIA

A aplicação do teste “t” na análise diária revelou que as classes de dias com precipitação igual ou superior a: 1 mm; 10 mm; 20 mm; 30 mm; 80 mm e 100 mm das séries de pré e pós-enchimento são, estatisticamente, homogêneas (Tabela 7).

Tabela 7 - Resultado da estatística “t” de *Student* para as classes

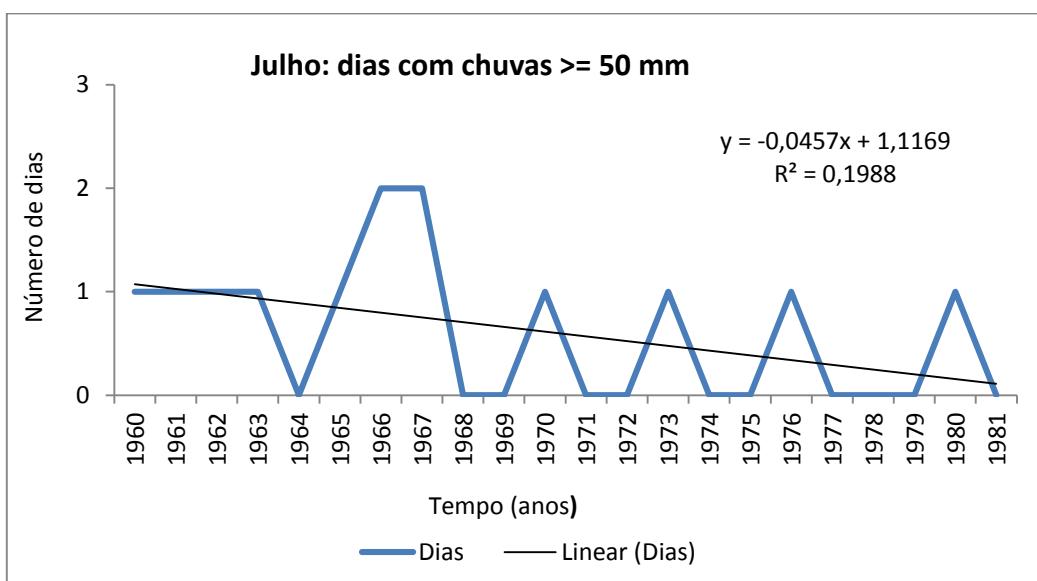
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
≥ 1mm	-0,78	-0,07	-0,42	0,95	-1,75	-1,84	-1,47	-1,50	0,78	0,22	-1,14	-0,92
≥ 10mm	-0,85	-0,11	-0,36	1,10	-1,59	-1,74	-1,34	-0,68	1,15	0,62	-1,72	0
≥ 20mm	-0,77	-1,86	1,43	0,39	-1,22	-1,15	-0,90	0,36	1,26	0,26	-1,79	0,39
≥ 30mm	-0,95	-1,70	-0,42	0,16	0,16	-0,53	-1,25	0,09	1,65	0,19	-1,46	-1,32
≥ 50mm	-0,72	0	-1,29	1,18	0,23	-1,02	2,51	0,41	0,49	0,35	0,77	-0,42
≥ 80mm	nulo	nulo	0	-1,49	0	-1,08	-1,00	0,45	0,60	0	-0,60	-1,37
≥ 100mm	nulo	nulo	1,00	1,00	-1,00	-1,08	-1,00	1,00	0	0	-1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já em relação aos dias com precipitações igual ou superior a 50 mm, o mês de julho apresentou valor significativo, ou seja, segundo o Teste t, a hipótese H_0 foi rejeitada, considerando que, nessa classe, os dados da série pré-enchimento mostraram-se, estatisticamente, diferentes da série pós-enchimento.

A partir da Figura 3, pode-se observar que houve uma redução na quantidade de dias com precipitação igual ou superior a 50 mm referente ao mês de julho no período de pós-enchimento (1971-1981).

Figura 3 - Série temporal dos dias com precipitação ≥ 50 mm para o mês julho no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os anos desse período foram comparados aos dados de ocorrência do fenômeno ENOS referentes ao mês de julho, de acordo com as informações da NOAA sobre o monitoramento do fenômeno. Os resultados podem ser observados na Tabela 8:

Tabela 8 - Classificação do fenômeno ENOS para o mês de julho no período de 1960 a 1981

	Ano	Mai/Jun/Jul	Jun/Jul/Ago	Jul/Ago/Set
Pré-enchimento	1960	Neutro	Neutro	Neutro
	1961	Neutro	Neutro	Neutro
	1962	Neutro	Neutro	Neutro
	1963	El Niño	El Niño	El Niño
	1964	La Niña	La Niña	La Niña
	1965	El Niño	El Niño	El Niño
	1966	Neutro	Neutro	Neutro
	1967	Neutro	Neutro	Neutro
	1968	Neutro	Neutro	El Niño
	1969	El Niño	El Niño	El Niño
Pós-enchimento	1970	Neutro	La Niña	La Niña
	1971	La Niña	La Niña	La Niña
	1972	El Niño	El Niño	El Niño
	1973	La Niña	La Niña	La Niña
	1974	La Niña	La Niña	Neutro
	1975	La Niña	La Niña	La Niña
	1976	Neutro	Neutro	Neutro
	1977	Neutro	Neutro	Neutro
	1978	Neutro	Neutro	Neutro
	1979	Neutro	Neutro	Neutro
	1980	Neutro	Neutro	Neutro
	1981	Neutro	Neutro	Neutro

Fonte: NOAA. Adaptado pelo autor.

Na Tabela 8, pode-se notar que no início da década de 70 houve a influência da fase negativa do fenômeno, ou seja, predomínio de La Niña para os meses de julho. Dessa forma, acredita-se que a significância dos resultados do Teste t seja devido a esse fator.

Os resultados para o Teste “ t ” referente ao CCD estão expressos na Tabela 9:

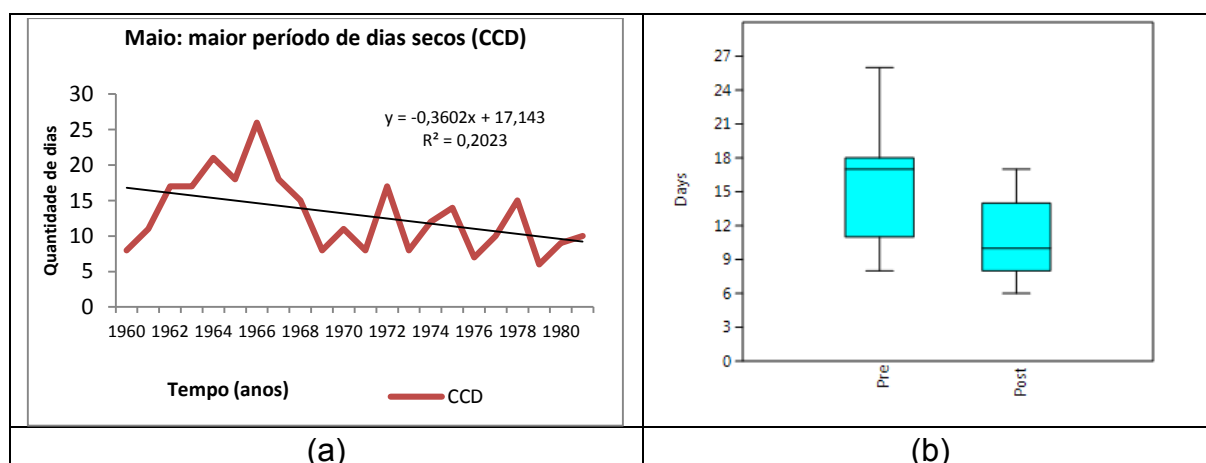
Tabela 9 - Resultado da estatística “t” de Student para maior período seco do mês (CCD)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Teste t	-0,28	0,89	1,04	-0,51	2,47	1,34	1,30	-0,89	-0,44	0,18	2,14	1,57

Fonte: Elaborado pelo autor.

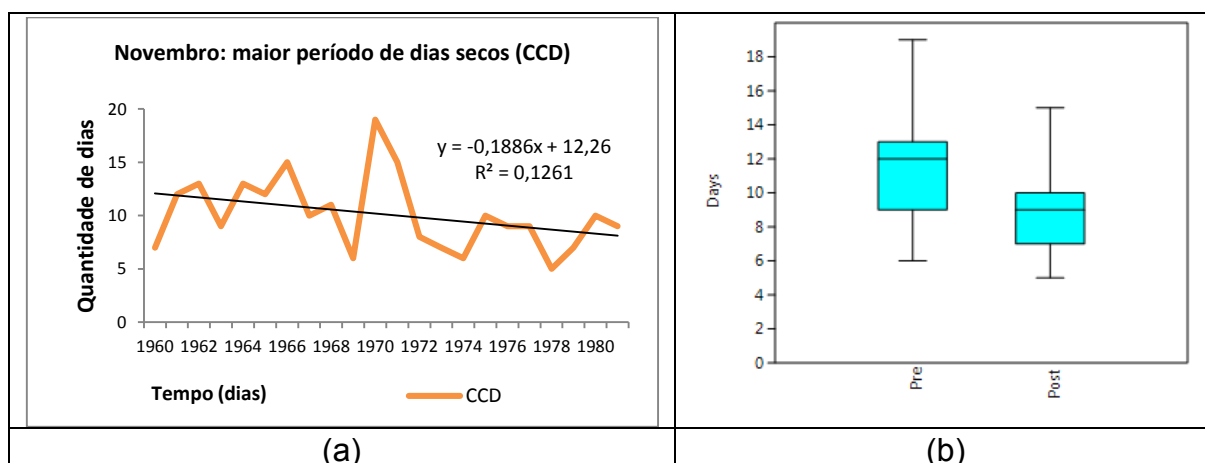
As informações obtidas após a aplicação do Teste *t* no maior período seco (CCD) apontam que nos meses de maio e novembro as séries são, estatisticamente, diferentes em ambos os períodos analisados. Pode-se observar que há uma tendência de redução na quantidade do maior período seco nos meses de maio (Figura 4) e novembro (Figura 5).

Figura 4 - Série temporal do maior período seco para o mês maio no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear (a) e Box Plot para os períodos de pré e pós enchimento para maio (b)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 - Série temporal do maior período seco para o mês novembro no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear (a) e Box Plot para os períodos de pré e pós enchimento para novembro (b)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa redução do maior período seco pode ser decorrente da influência do lago no regime de precipitações após a sua formação, uma vez que se observa uma redução no maior período seco nos meses e na quantidade de dias secos mensais. Essa redução na quantidade de dias secos (DS) e do maior período seco no mês (CCD) implica, necessariamente, no aumento, quantitativo, dos dias úmidos mensais e aumento na frequência dos dias úmidos no mês.

Ao comparar-se o comportamento do CCD e dos DS com a participação do fenômeno ENOS, verifica-se que a redução de tais valores ocorre na fase em que predomina a componente negativa do fenômeno ENOS, ou seja, um período em que as precipitações, nesse caso os dias com precipitações, reduzem sua quantidade (Tabela 10), sobretudo nos meses de novembro.

Tabela 10 - Classificação do fenômeno ENOS no período de 1960 a 1981

	Ano	D/J/F	J/F/M	F/M/A	M/A/M	A/M/J	M/J/J	J/J/A	J/A/S	A/S/O	S/O/N	O/N/D	N/D/J
Pré-enchimento	1960	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
	1961	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
	1962	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
	1963	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño
	1964	El Niño	El Niño	Neutro	Neutro	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña
	1965	La Niña	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño
	1966	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
	1967	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	La Niña
	1968	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	El Niño	El Niño
	1969	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	Neutro	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño
	1970	El Niño	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña
Pós-enchimento	1971	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña
	1972	La Niña	Neutro	Neutro	Neutro	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño
	1973	El Niño	El Niño	El Niño	Neutro	Neutro	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña
	1974	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	Neutro	Neutro	La Niña	La Niña	La Niña
	1975	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña	La Niña
	1976	La Niña	La Niña	La Niña	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño
	1977	El Niño	El Niño	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	El Niño	El Niño	El Niño	El Niño
	1978	El Niño	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
	1979	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	El Niño	El Niño	El Niño
	1980	El Niño	El Niño	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
	1981	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro

Fonte: NOAA. Adaptado pelo autor.

Nos meses de maio, parece que o fenômeno ENOS influenciou pouco no comportamento do CCD, sobretudo no início dos anos 70. Verifica-se, com base na Tabela 10, que nos meses de maio do período de pós-enchimento, houve o predomínio da componente negativa do ENOS (La Niña) seguida de uma fase neutra.

Ao se observar os meses de novembro, principalmente na década de 70, parece que o fenômeno ENOS, tanto o El Niño (no caso mais chuvoso) como o La Niña (mais seco) não interferiram no comportamento do maior período seco. No início do período de pós-enchimento observa-se a ocorrência da fase negativa do ENOS (La Niña) que corresponde a períodos com diminuição das precipitações no Sul do país.

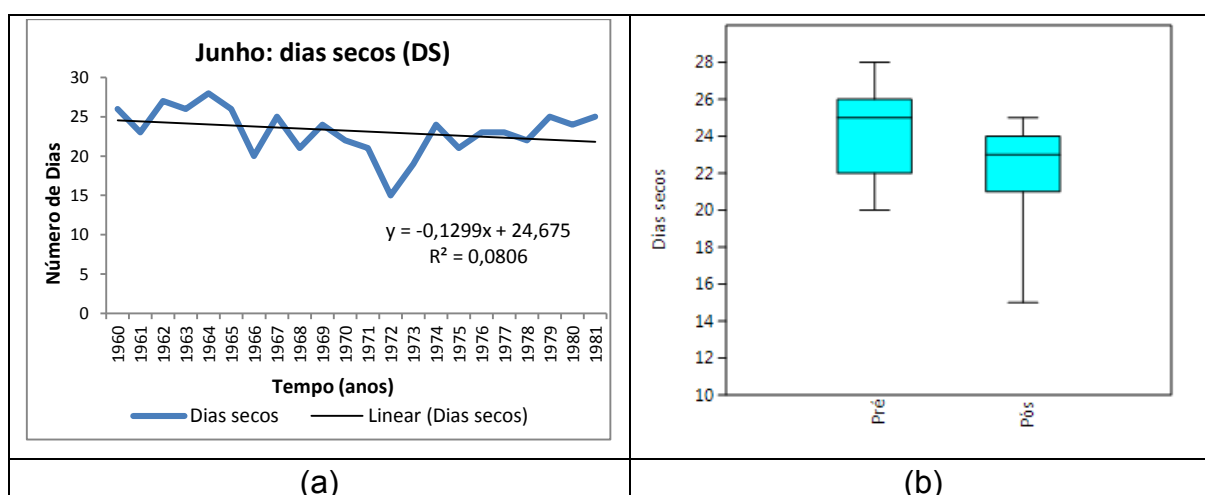
Tabela 11 - Resultado da estatística “t” de Student para número de dias secos

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Teste t	0,78	-0,07	0,42	-0,95	1,75	1,99	1,47	1,50	-0,78	-0,15	1,14	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já em relação ao número de dias secos, o mês de junho apresentou valores estatísticos significativos após a aplicação do Teste t ($z=1,99$), com uma redução no período pós-enchimento (Figura 6), de acordo com a sua linha de tendência.

Figura 6 - Série temporal do número de dias seco para o mês junho no período de 1960 a 1981 e linha de tendência linear (a) e Box Plot para os períodos de pré e pós-enchimento para junho (b)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 6a, verifica-se uma tendência negativa, ou seja, diminuição da quantidade de dias secos que pode estar associada à ocorrência de El Niño, sobretudo, influenciado pelo ano de 1972. A redução também pode ser observada pelos *Box plot* comparando-se os períodos de pré e pós-enchimento (Figura 6b).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos totais anuais revelou que os anos do período de pós-enchimento que apresentaram precipitações abaixo do limite inferior ao desvio padrão da série, 1978, e precipitações superiores, 1972 e 1973, estiveram sob influência do fenômeno ENOS e, portanto, essas variações não estão associadas à formação do lago da UHE de Passo Fundo.

A análise estatística (média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação) dos totais mensais das precipitações, anteriores e posteriores a formação do lago da UHE de Passo Fundo, demonstraram características muito similares, sobretudo, pela profunda variabilidade, característica das precipitações mensais no mundo subtropical. Os resultados do Teste *t* de *Student* permitiram considerar que o lago da UHE de Passo Fundo não modificou as precipitações trimestrais e mensais posteriores a sua formação.

Referente à análise diária, o teste “t” demonstrou que para todas as classes de precipitações, com exceção da ≥ 50 mm, as séries de pré e pós-enchimento são, estatisticamente, homogêneas. Verificou-se uma redução nos dias com precipitações ≥ 50 mm no mês de julho, mas ao comparar com a ocorrência do ENOS para esse mês, percebeu-se que no início da década de 70 houve a influência da componente negativa do fenômeno, ou seja, predomínio de La Niña.

Ao analisarmos os maiores períodos secos mensais (CCD) e a quantidade de dias secos no mês (DS), os resultados demonstraram uma tendência de redução as quais não encontram correspondência com a dinâmica do fenômeno ENOS. Os meses de maio e novembro foram destaque na redução de tais parâmetros, sendo considerados como significativos após a aplicação do Teste *t* de *Student*.

Dessa forma, é possível considerar que o lago da UHE de Passo Fundo pouco influenciou no comportamento das chuvas em função da sua formação. De forma geral, o fenômeno ENOS parece modular as precipitações na região.

REFERÊNCIAS

ADAMI, M.; GIAROLLA, A.; MOREIRA, M. A.; DEPPE, F. Avaliação de diferentes escalas temporais de chuva obtidos por modelos matemáticos e por sensoriamento remoto para o Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, 2006, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Cbmet, 2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/busca.php>> Acesso em: 18 out. 2015.

ARAÚJO, R. A. F. **Utilização de modelos matemáticos/estocásticos na avaliação da ocorrência de dengue em função do clima na Paraíba.** 2012.107 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Campina Grande, 2012.

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.

BIAVATI, A.; FAGUNDES, R. A.; SOUZA, D.; SANCHES, F. A influência do lago da UHE de Itá nas precipitações mensais em Marcelino Ramos (RS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 16, 2015, Teresina. **Anais...** Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2015.

BORSATO, V. A. A Dinâmica Atmosférica no Centro-Sul do Brasil no verão e as influências do El Niño Oscilação Sul (ENOS). **Revista do Departamento de Geografia – USP.** v. 22. p. 135-157, 2011.

CAMPOS, F. S. **Estudo de variabilidade de precipitação.** 1990. 56 f. Monografia (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, 1990.

COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS. Estudo de caso brasileiro, UHE Tucuruí. Relatório de escopo, agosto, 1999. 43 p.

CZARNOBAI, A.F.; PRUDENCIO, R.S.; REDRIGUES, M.L.G. A circulação atmosférica local na região da Usina Hidrelétrica de Itá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, 2006, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Cbmet, 2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/busca.php>> Acesso em: 20 out. 2015.

DANTAS, S. P.; SALES, M. C. L. A Influência do Açude Castanhão no Clima Local de Jaguaré - Ceará – Brasil: Uma análise no campo térmico e higrométrico. **Revista Equador.** v. 4. n. 2. P. 2-17. Piauí, 2015.

GARCÍA-PEÑA, M.; ARCINIEGAS-ALARCÓN, S.; BARBIN, D. Imputação de dados climáticos utilizando a decomposição por valores singulares: uma comparação empírica. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 29, n. 4, p. 527 – 536, 2014.

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**. ed.1. v.13. p. 35-58. 2000. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0442%282000%29013%3C0035%3ACVISSA%3E2.0.CO%3B2>> Acesso em: 12 jul. 2015.

HAHN, L.; CÂMARA, L.F.; REIS, R.; VOTTO, A. G. Monitoramento Ictiofaunístico e Limnológico no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Passo Fundo, Gerasul, RS. In: SNPTEE, 16. **Informe Técnico GIA 18**, 2001.

NERY J. T.; CARFAN, A. C. Re-analysis of pluvial precipitation in southern Brazil. **Atmosfera** 27, 2014. p.103-115.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Historical El Nino/ La Nina episodes (1950-present)**. 2015. Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml> Acesso em: 15 jun. 2015.

RODRIGUES, M.L.G.; CANÔNICA, E. Análise preliminar do impacto do reservatório de Itá no clima local. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí–PA. **Acta Amazonica**. v. 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: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 17, 2012, Gramado - RS. **Anais...** Gramado-RS, 2012.

SOUZA, F. B. **Uma infraestrutura verde para áreas de urbanização junto a reservatórios: O caso de Itá (SC)**. 2009. 228 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOUZA, M.B.; GALVANI, E. Formação de reservatórios e influências no microclima: estudo da cidade de Presidente Epitácio, Estado de São Paulo, Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6 E SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2, 2010, Portugal. **Anais...**

Universidade de Coimbra, Portugal, 2010.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. Trad. e rev. de CONSENTINO, P. 3.ed. São Paulo: Pearson Makron Books/McGraw-Hill do Brasil, 1993.

TEDESCHI, R. G. **As influências de tipos diferentes de ENOS na precipitação e nos seus eventos extremos sobre a América do Sul - Observações, simulações e projeções**. 224 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2013.