

# Foz do Chapecó

Foz do Chapecó Energia S.A.



## RELATÓRIO TÉCNICO SEMESTRAL

Contrato **CEFC-0087/2007**

Período: SET/12 A FEV/13

## Programa 4 Monitoramento Climatológico



**FUNDAGRO**

**Foz do Chapecó Energia S.A.**

Rua Tenente Silveira, 225, 10º andar, Edifício Hércules,  
88010-300 Florianópolis, SC, Brasil.  
Fone: (48) 3224-5076 – fax: (48) 3223-8140

**Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável do Estado de Santa Catarina – Fundagro**

Avenida Madre Benvenuta, 1.666, Santa Mônica,  
88035-001 Florianópolis, SC, Brasil.  
Fone: (48) 3029-8000, fax: (48) 3029-8010  
<http://www.fundagro.org.br/> - [fundagro@fundagro.org.br](mailto:fundagro@fundagro.org.br)

**EQUIPE TÉCNICA:**

Maurici Amantino Monteiro, Dr. Climatologia  
Marianna Tiemi Harakawa, Geógrafa  
Luis Bennemann, Tecnólogo em Gestão Ambiental  
Jorge Henrique Bortolotto de Oliveira, Técnico em Meteorologia e Eletrônica  
Clóvis José Luiz, Técnico em Eletrônica  
Círio Junior Barbosa, Auxiliar de Campo  
Bruno Antônio Cunha, Auxiliar de Campo

**Florianópolis, março de 2013**

## ÍNDICE GERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ANALISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....</b>	<b>7</b>
3.1	PRECIPITAÇÃO .....	7
3.1.1	SETEMBRO .....	9
3.1.2	OUTUBRO .....	10
3.1.3	NOVEMBRO .....	11
3.1.4	DEZEMBRO .....	12
3.1.5	JANEIRO.....	13
3.1.6	FEVEREIRO.....	14
<b>4</b>	<b>ANALISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....</b>	<b>15</b>
4.1	TEMPERATURA .....	15
4.2	PRESSÃO ATMOSFÉRICA .....	18
4.3	UMIDADE RELATIVA DO AR (UR) .....	20
4.4	RADIAÇÃO MÉDIA (W/M <sup>2</sup> ) .....	22
4.5	VENTO MÉDIO .....	24
4.6	VENTO MÁXIMO .....	26
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE SETEMBRO/12 .....	9
FIGURA 2- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE OUTUBRO/12 .....	10
FIGURA 3- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE NOVEMBRO/12.....	11
FIGURA 4- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE DEZEMBRO/12 .....	12
FIGURA 5- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JANEIRO/13.....	13
FIGURA 6- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE FEVEREIRO/13.....	14
FIGURA 7– TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) .....	17
FIGURA 8– PRESSÃO ATMOSFÉRICA MÉDIA DIÁRIA (HPa) .....	19
FIGURA 9– UMIDADE DO AR MÉDIA DIÁRIA (%) .....	21
FIGURA 10- RADIAÇÃO MÉDIA (W/M <sup>2</sup> ).....	23
FIGURA 11- VENTO MÁXIMO DIÁRIO (KM/H).....	26
FIGURA 12- PRECIPITAÇÃO - SOMA DIÁRIA (MM) .....	29

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1- LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DEFINITIVAS NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA BARRAGEM FOZ DO CHAPECÓ.....	7
TABELA 2- TOTAL MENSAL DE PRECIPITAÇÃO (MM) DO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....	8
TABELA 3- ANOMALIA MENSAL DE PRECIPITAÇÃO (MM) DO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....	8
TABELA 4- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....	16
TABELA 5- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....	16
TABELA 6- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....	16
TABELA 7 - ANOMALIA DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 ..	16
TABELA 8- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 .....	17
TABELA 9- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013 ..	17
TABELA 10- FREQUÊNCIA DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%).....	22
TABELA 11- FREQUÊNCIA DA DIREÇÃO DO VENTO (%).....	24
TABELA 12- TABELA DE FREQUÊNCIA DA VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO.....	24

## 1 INTRODUÇÃO

Neste monitoramento climatológico semestral, relativo ao período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013, são relatadas as condições de operação e manutenção das estações meteorológicas com o objetivo de manter as referidas estações dentro dos padrões exigidos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), e com isso obter dados climáticos quantitativos e qualitativos. Para a análise das condições climáticas da área de influência da UHE Foz do Chapecó foram utilizadas informações diárias de quatro estações meteorológicas (Tabela 1), interpretação de imagens de satélites e cartas sinóticas de tempo para verificar a dinâmica atmosférica e as condições de tempo que ocorreram no sul do Brasil, enfatizando as regiões noroeste do Rio Grande do Sul e oeste de Santa Catarina, área de abrangência do monitoramento climatológico da UHE Foz do Chapecó.

A análise foi realizada considerando o comportamento de cada elemento climático e sua relação com os demais, ou seja, verificando a influência de cada elemento sobre os demais. Inicialmente foi elaborada a análise da precipitação, detalhada mensalmente, verificando seu comportamento no sul do Brasil em função dos sistemas atmosféricos que atuaram na região.

A verificação das anomalias de precipitação e temperatura, na área de influência da UHE, foi baseada na estação meteorológica de Chapecó (convencional).

## 2 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS

No período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013 foi realizada visita de manutenção nas estações de Barragem Foz do Chapecó, Caibi, Chapecó e Nonoai (Tabela 1), conforme descrição abaixo.

### **CHAPECÓ**

**10/09/12-** Inspeção preventiva. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos, testados e ajustados.

**30/11/12 -** Inspeção preventiva. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos, testados e ajustados.

**14/01/13 –** Inspeção preventiva. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

### **BARRAGEM FOZ DO CHAPECÓ**

**17/10/12-** Visita da Diretoria da Fundagro acompanhando equipes da Foz do Chapecó, IBAMA e outros prestadores de serviços, para mostrar a estação.

**26/11/12-** Inspeção preventiva. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos, testados e ajustados.

**27/11/12-** Foram roçadas as áreas, interior e tampão, do ajardinado meteorológico e acessos.

**15/01/13 –** Inspeção preventiva. Área interna e adjacente a estação foram roçadas.

### **CAIBI**

**26/11/12-** Inspeção preventiva. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos, testados e ajustados.

**14/01/13 –** Inspeção preventiva. Área interna e adjacente a estação foram roçadas.

### **NONOAI**

**28/11/12-** Inspeção preventiva. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos, testados e ajustados. Foi roçado dentro e fora do cercado da estação.

**16/01/13 –** Inspeção preventiva. Área interna e adjacente a estação foram roçadas.

**Tabela 1- Localização das estações meteorológicas definitivas na bacia de contribuição da Barragem Foz do Chapecó**

ORDEM	NOME	ALTITUDE (m)	SITUAÇÃO ATUAL	LATITUDE	LONGITUDE
01	CHAPECÓ	687	Instalada	27°05'07"	52°38'08"
02	NONOAI	592	Instalada	27°19'58"	52°47'15"
03	BARRAGEM FOZ CHAPECÓ	356	Instalada	27°08'48"	53°03'08"
04	CAIBI	369	Instalada	27°04'30"	53°14'21"

### **3 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013**

#### **3.1 PRECIPITAÇÃO**

No decorrer do período, setembro de 2012 a fevereiro de 2013, a precipitação foi muito irregular no espaço e no tempo. Entretanto, as maiores irregularidades podem ser verificadas de setembro a dezembro, com chuva abaixo da média nos meses de setembro e novembro e acima, em outubro e dezembro (Tabela 3).

As maiores diferenças no volume da precipitação foram verificadas em setembro e novembro, que apontaram déficits em torno de 230mm na área de influência da Usina durante os dois meses. Esta quantidade equivale a aproximadamente 65% das chuvas que deixaram de ocorrer.

Entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013 foi verificado déficits de 234,9mm em Chapecó; 47,5mm na Barragem Foz de Chapecó, 91,3mm em Caibi e 139,7mm em Nonoai, totalizando um déficit de 513,4mm na área de influência da Usina (Tabela 3). Portanto, choveu menos em Chapecó, seguida por Nonoai, Caibi e Barragem Foz do Chapecó. Esta condição de chuvas irregulares e abaixo da média foi devido ao enfraquecimento dos sistemas atmosféricos, como as frentes frias e a convecção do verão.

Os meses de setembro e outubro foram caracterizados pela atuação do fenômeno El Niño, no entanto, choveu muito abaixo da média em setembro, totalizando déficit entre 100 e 120 mm, aproximadamente. Em



outubro choveu acima da média (Tabela 3), mesmo assim foi muito irregular e teve como forçantes eventos de chuva forte registrados no início e final do mês, conforme a Figura 12 em anexo.

A partir de novembro não ocorreram anomalias de temperatura nas águas superficiais (TSM) no pacífico, portanto as condições ficaram dentro da normalidade. Na área de influência da Usina predominaram condições de estabilidade, com as frentes frias menos instáveis do que o normal, resultando em chuvas abaixo da média, com exceção de dezembro. Novembro foi um mês de chuvas escassas, bem abaixo da média, conforme as Tabelas 2 e 3. Em dezembro a precipitação foi bem distribuída, com alguns eventos de chuvas significativas, tendo como destaque as chuvas fortes do dia 19, que totalizou 80 mm, em média, na área de influência da Usina (Figura 12 em anexo).

**Tabela 2- Total mensal de precipitação (mm) do período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013**

Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	68,6	260,0	47,8	284,6	130,8	134,8
Barragem Foz do Chapecó	59,8	375,2	44,8	312,2	109,2	212,8
Caibi	63,8	318,6	66,4	315,6	121,8	184,0
Nonoai	76,2	310,4	47,0	312,8	124,2	151,2

**Tabela 3- Anomalia mensal de precipitação (mm) do período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013**

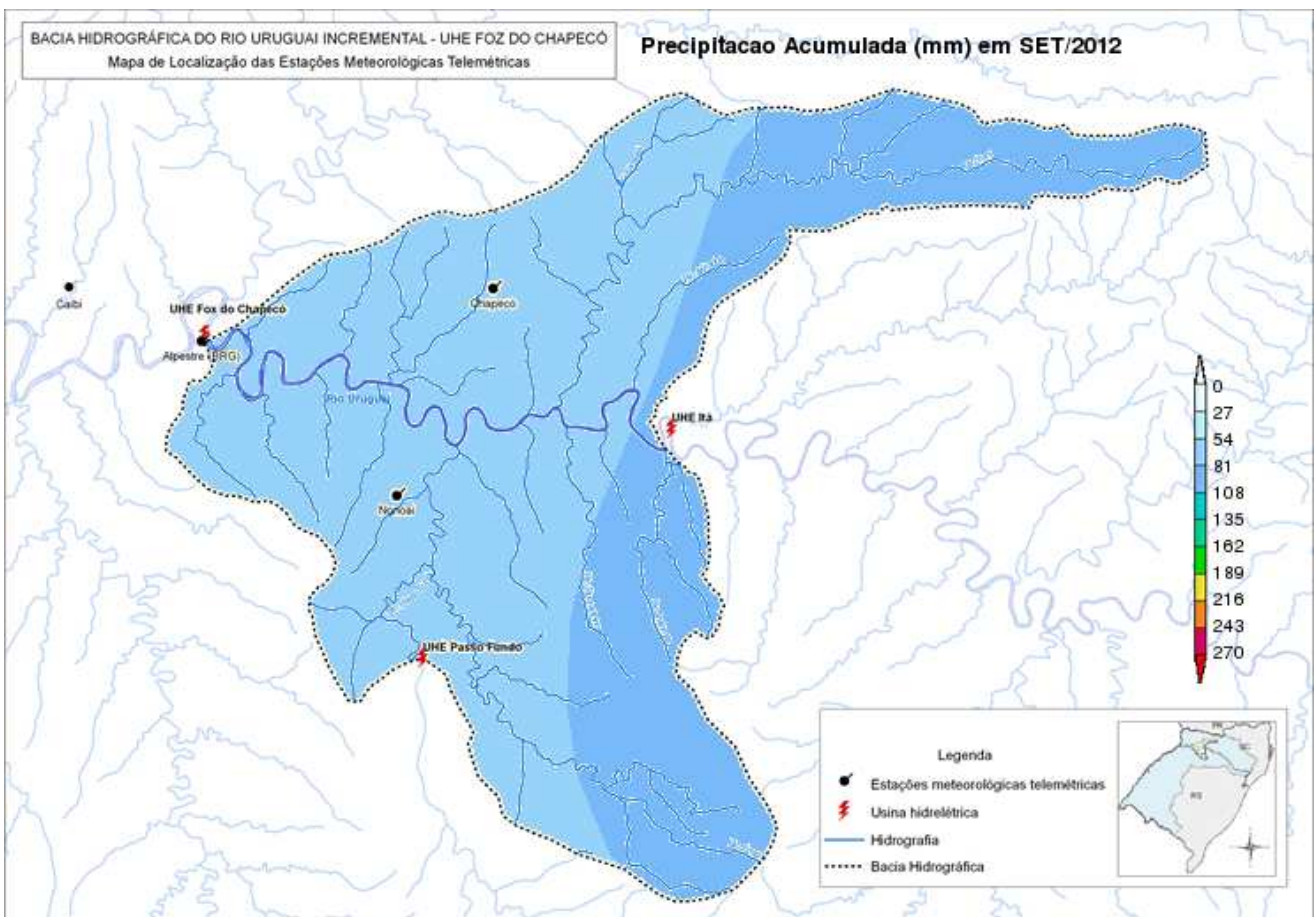
Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	-109,0	15,5	-123,8	109,7	-62,1	-65,2
Barragem Foz do Chapecó	-117,8	130,7	-126,8	137,3	-83,7	12,8
Caibi	-113,8	74,1	-105,2	140,7	-71,1	-16,0
Nonoai	-101,4	65,9	-124,6	137,9	-68,7	-48,8

Detalhes do comportamento da precipitação mensal na área de influência da UHE Foz do Chapecó, considerando a dinâmica atmosférica e as condições de tempo no sul do Brasil, são discutidos a seguir.

### 3.1.1 SETEMBRO

O mês de setembro iniciou com tempo estável sob ação de um bloqueio atmosférico. Após o desbloqueio ocorrido no dia 08 os sistemas atmosféricos iniciaram suas dinâmicas normais, porém com menos intensidade do que o normal. Com isso as chuvas foram muito irregulares, com ocorrência em apenas três eventos. O único evento que trouxe chuvas mais significativas ocorreu no dia 19 e registrou um volume em torno de 40 mm, em média, na área de influência da Usina (Figura 12 em anexo). Apesar dos baixos volumes precipitados durante o mês (Tabela 2), a precipitação foi bem distribuída espacialmente, conforme a Figura 1.

**Figura 1- Distribuição espacial da precipitação no mês de setembro/12**

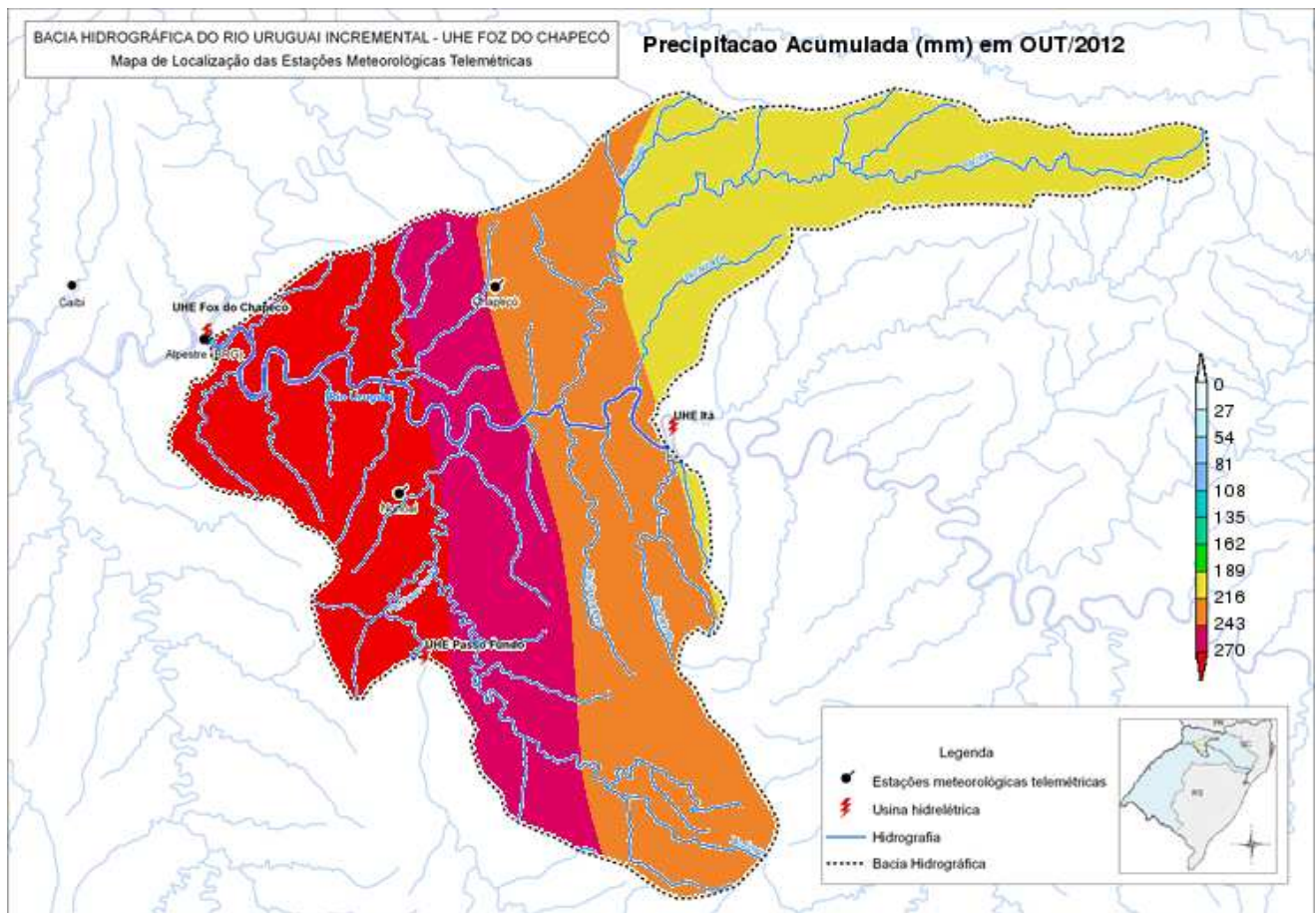


### 3.1.2 OUTUBRO

O mês de outubro apresentou características próximas as normais com relação à dinâmica atmosférica e as chuvas foram bem distribuídas ao longo do mês. Os eventos de chuvas fortes, comuns nessa época do ano, foram verificados, no início e final do mês (Figura 12 em anexo). O resultado foi de chuvas acima da média nas estações meteorológicas, conforme a Tabela 3.

A precipitação foi mais intensa no oeste da área de influência da Usina (Figura 2), devido à atuação da Baixa do Chaco, sistema de baixa pressão que se organiza no norte da Argentina e influencia no comportamento das chuvas no sul, que deixou o tempo mais instável a partir do oeste da Região Sul.

**Figura 2- Distribuição espacial da precipitação no mês de outubro/12**

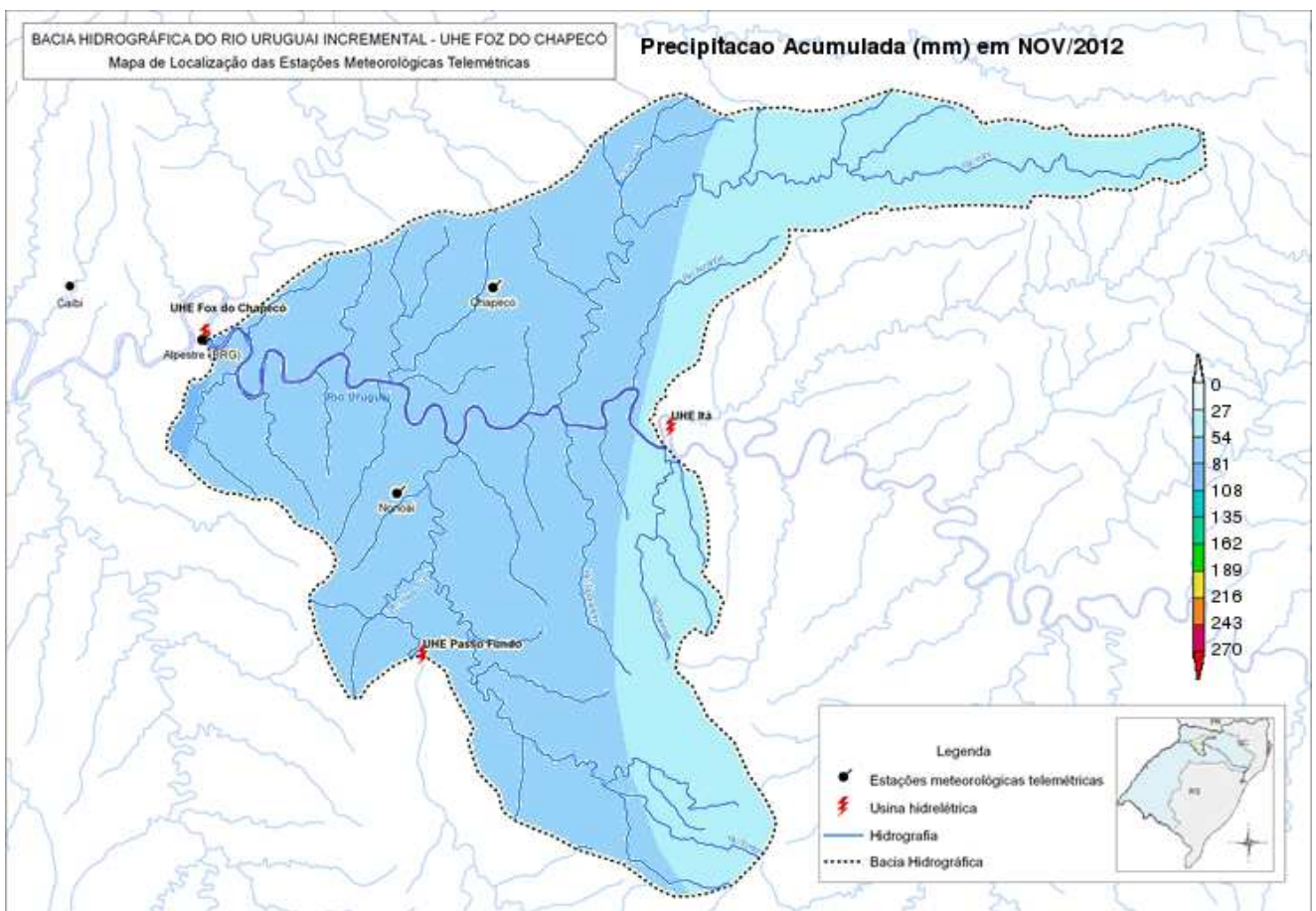




3.1.3 NOVEMBRO

No decorrer do mês de novembro houve predomínio de tempo estável na maior parte do sul do Brasil. Esta condição afetou a dinâmica normal dos tipos de tempo na área de influência da Usina ocasionando chuva muito irregular, sendo mais concentrada no final do mês, conforme a Figura 12 em anexo. O resultado foi de chuvas bem abaixo da média, com déficit de aproximadamente 100 mm a 130 mm (Tabela 3), porém com uma boa distribuição espacial, conforme a Figura 3.

Figura 3- Distribuição espacial da precipitação no mês de novembro/12

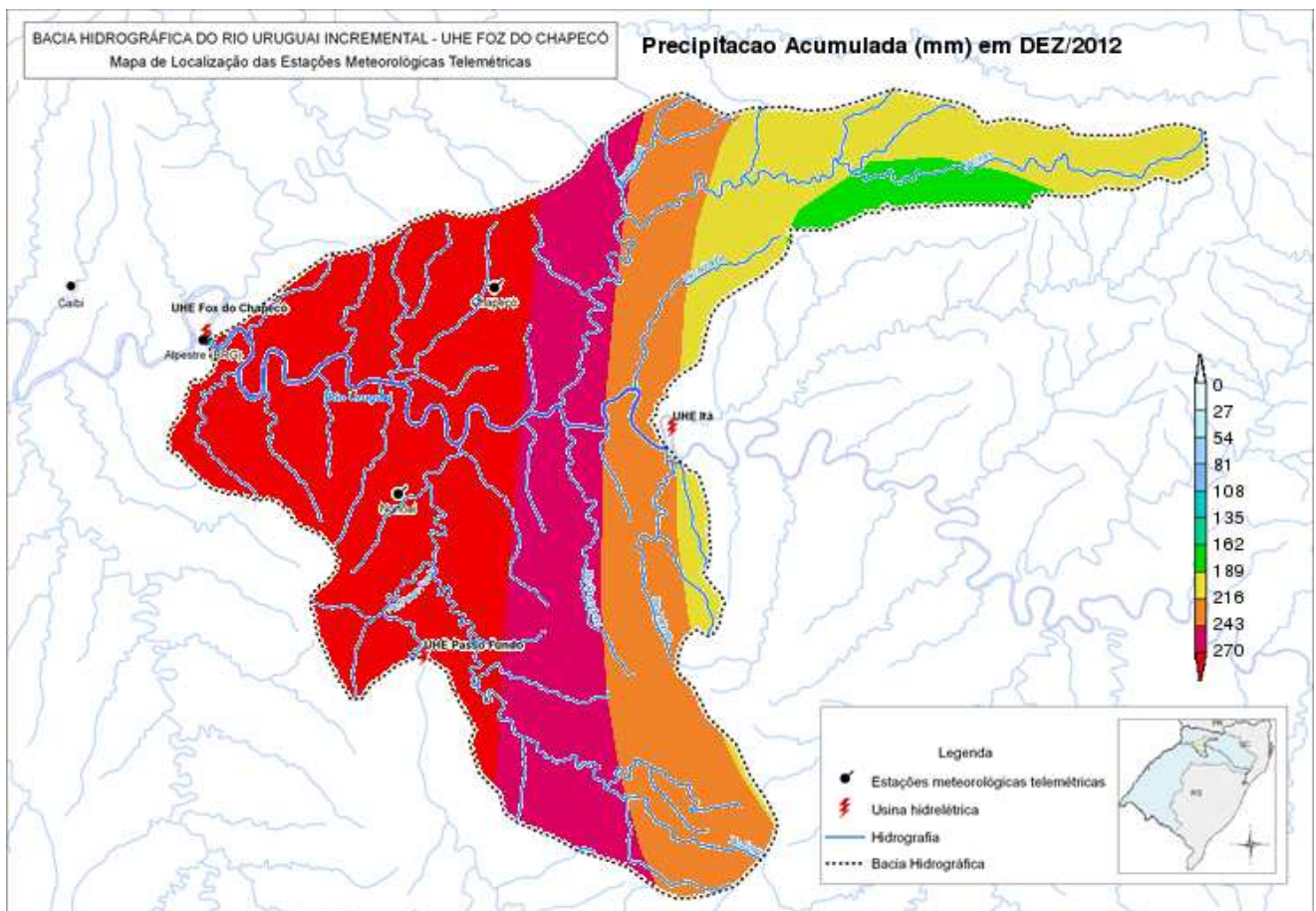


3.1.4 DEZEMBRO

No decorrer do mês de dezembro o tempo voltou a apresentar períodos mais instáveis, com ocorrências de chuvas mais persistentes (Figura 12 em anexo). Ocasionalmente ocorreram episódios de chuvas com intensidade moderada a forte e o resultado foi que os totais registrados nas estações meteorológicas ficaram acima da média climatológica, conforme a Tabela 3.

Choveu mais forte no oeste da área (Figura 4) devido as maiores instabilidades que ocorreram sobre o norte da Argentina e Paraguai e que refletiram no oeste da região.

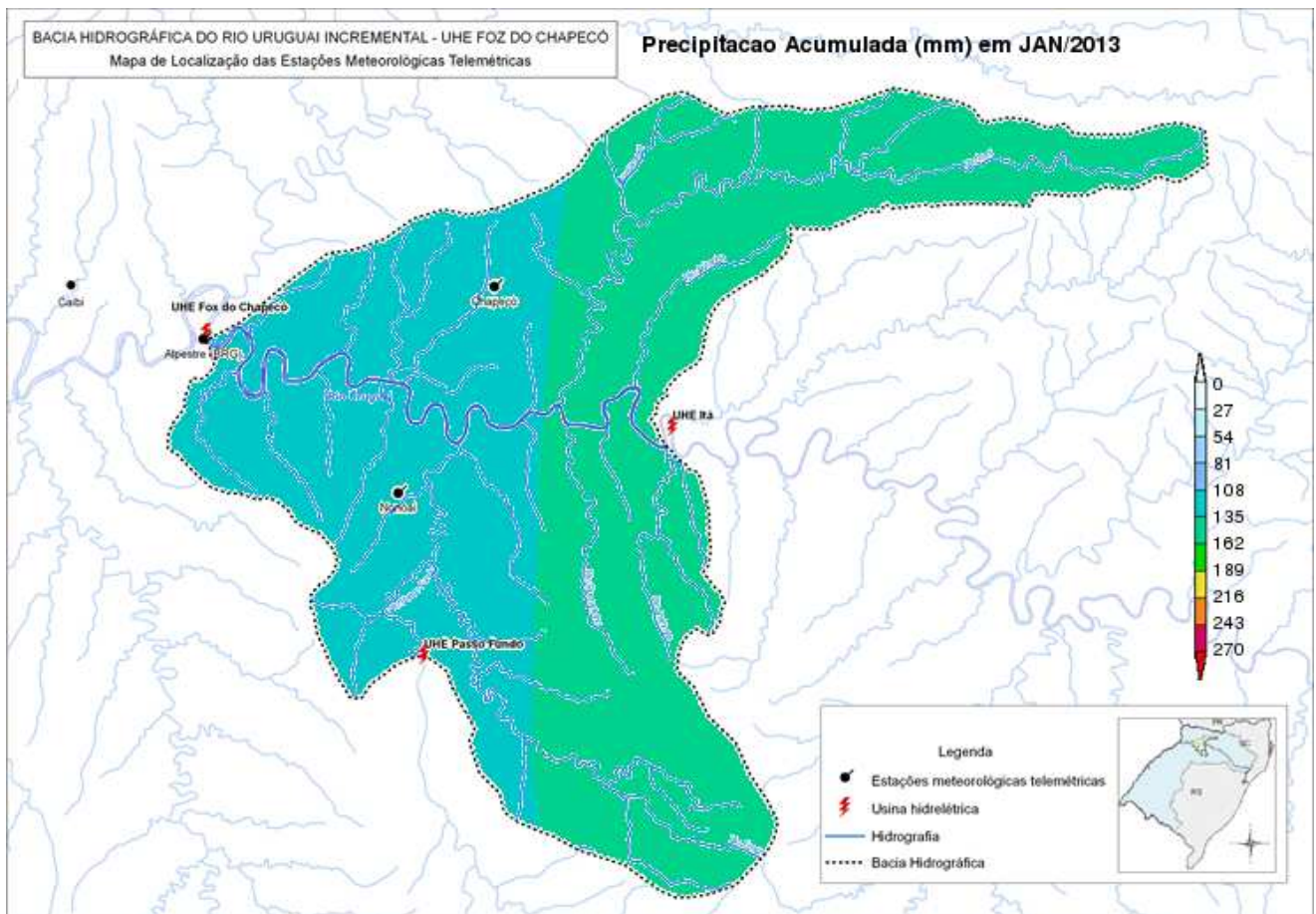
Figura 4- Distribuição espacial da precipitação no mês de dezembro/12



3.1.5 JANEIRO

O mês de janeiro foi atípico do ponto de vista da dinâmica atmosférica; houve predomínio de sistemas de alta pressão atuando no sul do Brasil e praticamente não houve o processo convectivo que origina as chuvas de verão. Além disso, foram poucos os sistemas de tempo instável que atuaram na área, exceto dois casos de baixa pressão e três frentes frias de fraca intensidade, com maior atuação nos primeiros dias do mês. O resultado desta dinâmica foi de chuva abaixo da média climatológica, conforme a Tabela 3. A precipitação ficou relativamente bem distribuída na área de influência da Usina, conforme a Figura 5.

Figura 5- Distribuição espacial da precipitação no mês de janeiro/13

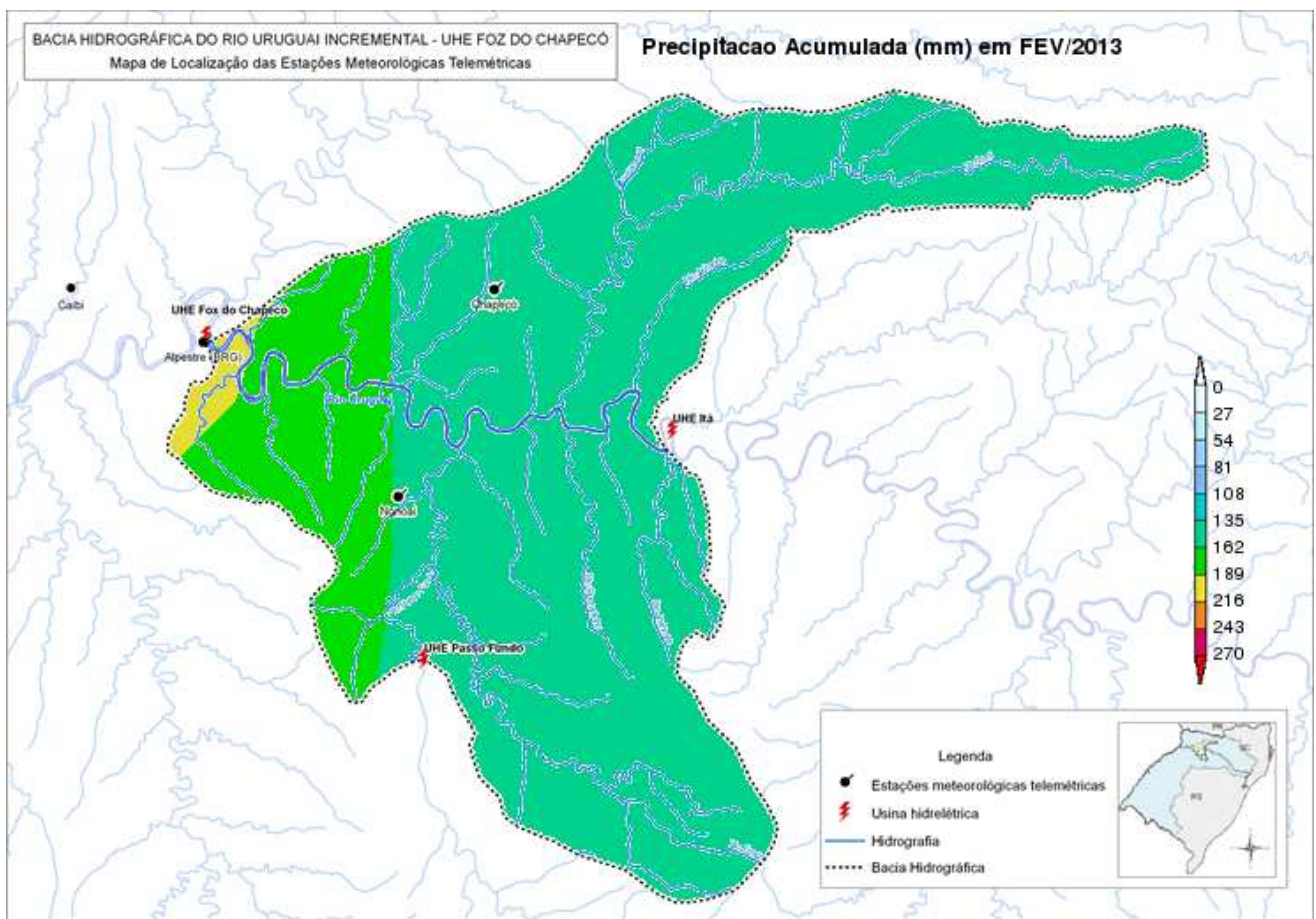




### 3.1.6 FEVEREIRO

Durante o mês de fevereiro as condições de tempo na área de influência da Usina Hidrelétrica Foz do Chapecó foram instáveis devido à presença constante de muitas nuvens. A chuva foi bem distribuída ao longo do mês (Figura 12 em anexo) e ficou ligeiramente abaixo da média na maior parte da área, conforme a Tabela 3. De modo geral, as chuvas foram fracas na maioria das ocorrências, sendo que no dia 18 choveu forte em toda área, por influência do calor e de sistema de baixa pressão. Por esta condição a precipitação foi mais acentuada no oeste da área (Figura 6).

**Figura 6- Distribuição espacial da precipitação no mês de fevereiro/13**



## **4 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A FEVEREIRO DE 2013**

### **4.1 TEMPERATURA**

Normalmente as temperaturas ficam em elevação de setembro até fevereiro, que é o mês mais quente na área de influência da Usina. Entre os meses de setembro e dezembro de 2012 as temperaturas médias ficaram em elevação e mais elevadas em relação à média climatológica, em toda a área. Em janeiro e fevereiro de 2013 ficaram em declínio e foram registradas anomalias negativas em Chapecó e Nonoai (Tabelas 8 e 9; Figura 7).

Em setembro, a presença de forte estabilidade na região ocasionou condições de tempo mais seco e as temperaturas mínimas e máximas ficaram mais elevadas (Tabelas 5 e 7), com destaque para a Barragem Foz do Chapecó e Caibi, que apresentaram anomalias positivas mais expressivas em relação às outras duas estações meteorológicas. Esta condição é devido ao efeito do relevo, pois a Barragem e Caibi estão em menores altitudes e apresentaram umidade mais elevada ao amanhecer. Com isso não houve perda radiativa e as temperaturas ficaram mais elevadas. As tardes se apresentaram mais secas e por isso as temperaturas máximas ficaram mais elevadas, registrando anomalias em torno de 5,0°C, conforme a Tabela 5.

Mesmo com anomalias positivas de temperaturas, no final do mês de setembro houve incursão de uma massa de ar frio sobre o sul do Brasil que declinou significativamente as temperaturas (Figura 7), e que favoreceu a ocorrência de neve nas serras do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

A condição de anomalias das máximas mais elevadas em relação às mínimas foi verificada também no mês de novembro, que apresentou características semelhantes a setembro (Tabelas 5 e 7). Em outubro e dezembro a situação foi diferente, o tempo esteve mais instável, com presença de muitas nuvens e chuvas mais frequentes. Com isso as temperaturas mínimas ficaram mais elevadas em relação às máximas, pois com a intensa nebulosidade ocorreu menos perda noturna, refletindo em mínimas mais elevadas e, no decorrer do dia, a elevação das temperaturas foi mais lenta, resultando em temperaturas máximas mais baixas (Tabelas 5 e 7).

O declínio nas temperaturas médias em janeiro (Tabela 8) está associado à atuação persistente de sistemas de alta pressão no sul do Brasil que deixaram as mínimas mais baixas do que o normal em Chapecó e



Nonoai (Tabela 6 e Tabela 7). As máximas também ficaram mais baixas em Chapecó (Tabelas 4 e 5), por ser mais elevada, conforme a Tabela 1.

**Tabela 4- Média mensal da temperatura máxima diária (°C) no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013.**

Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	25,6	26,0	29,2	29,6	28,3	27,8
Barragem Foz do Chapecó	27,4	27,3	31,0	31,4	31,7	30,7
Caibi	27,9	27,5	30,7	31,4	31,9	31,0
Nonoai	25,8	25,8	29,6	29,5	29,6	28,8

**Tabela 5- Anomalia da temperatura máxima diária (°C) no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013.**

Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	2,8	0,6	2,2	1,1	-0,9	-0,8
Barragem Foz do Chapecó	4,6	1,9	4,0	2,9	2,5	2,1
Caibi	5,1	2,1	3,7	2,9	2,7	2,4
Nonoai	3,0	0,4	2,6	1,0	0,4	0,2

**Tabela 6- Média mensal da temperatura mínima diária (°C) no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013.**

Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	14,3	16,7	18,3	20,6	18,2	19,3
Barragem Foz do Chapecó	14,9	17,6	19,0	21,4	19,6	20,5
Caibi	15,0	17,5	18,7	20,8	18,9	19,9
Nonoai	12,8	15,7	17,3	19,7	16,9	18,2

**Tabela 7 - Anomalia da temperatura mínima diária (°C) no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013.**

Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	1,8	1,9	2,3	2,7	-0,6	0,8
Barragem Foz do Chapecó	2,4	2,8	3,0	3,5	0,8	2,0
Caibi	2,5	2,7	2,7	2,9	0,1	1,4
Nonoai	0,3	0,9	1,3	1,8	-1,9	-0,3

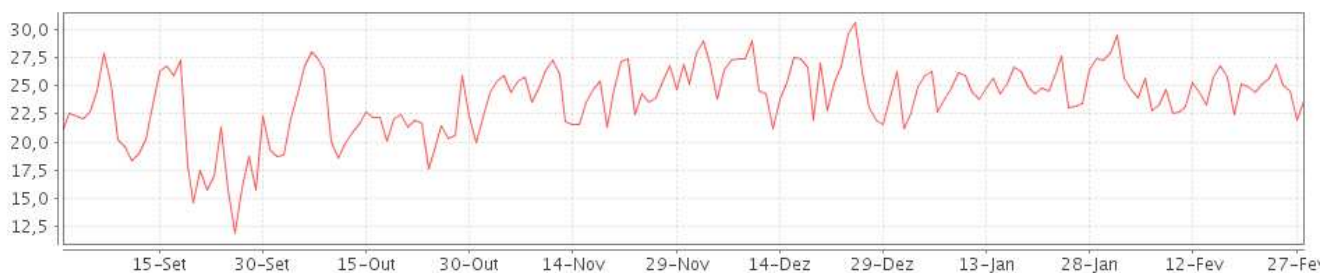
**Tabela 8- Média mensal da temperatura média diária (°C) no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013.**

Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	19,7	20,9	23,6	24,5	23,1	22,9
Barragem Foz do Chapecó	20,7	21,9	24,6	25,7	25,0	24,6
Caibi	21,0	22,1	24,3	25,5	25,0	24,6
Nonoai	18,8	20,4	23,2	24,2	22,8	22,7

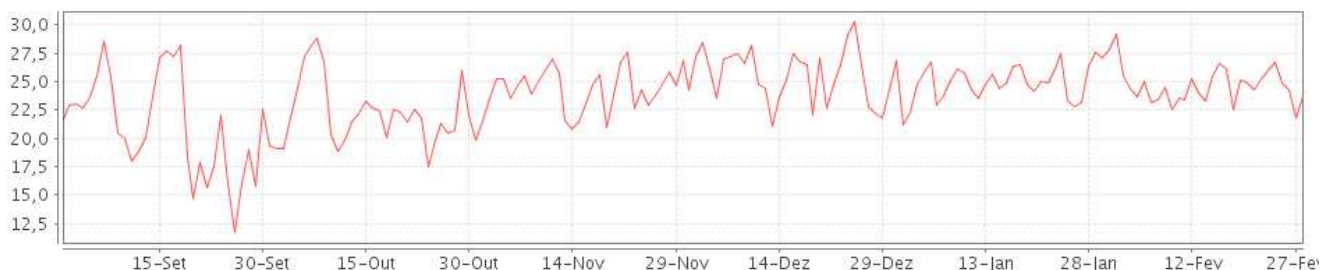
**Tabela 9– Anomalia da temperatura média diária (°C) no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013.**

Estação	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13
Chapecó	2,3	0,8	1,9	1,1	-0,8	-0,6
Barragem Foz do Chapecó	3,3	1,8	2,9	2,3	1,1	1,1
Caibi	3,6	2,0	2,6	2,1	1,1	1,1
Nonoai	1,4	0,3	1,5	0,8	-1,1	-0,8

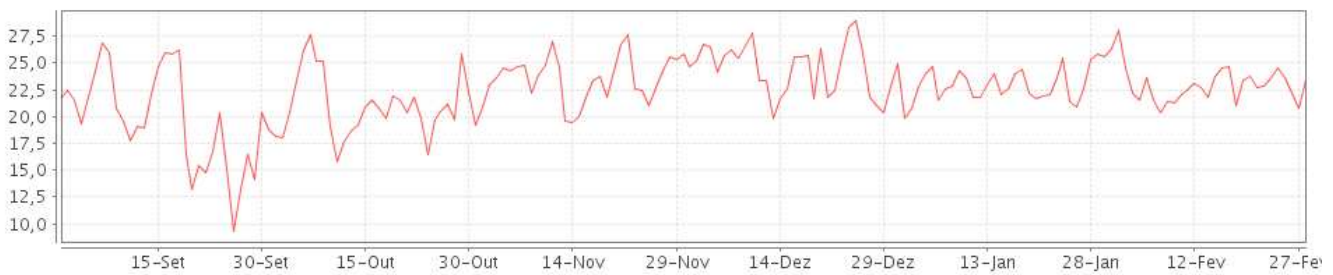
**Figura 7– Temperatura Média Diária (°C)**



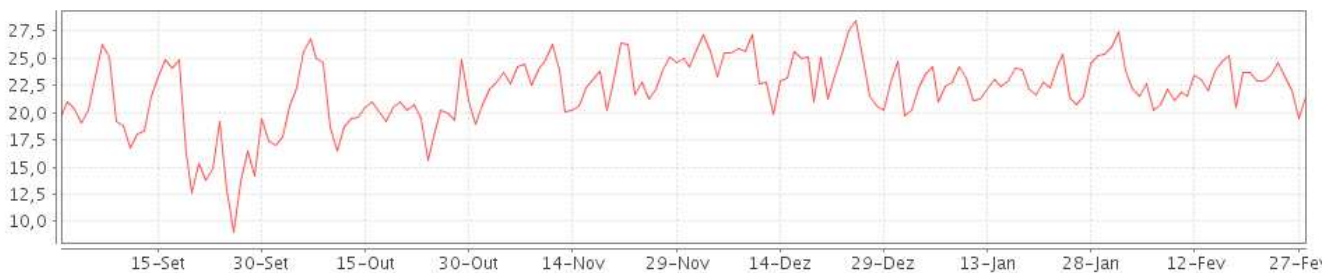
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b)Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

## 4.2 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

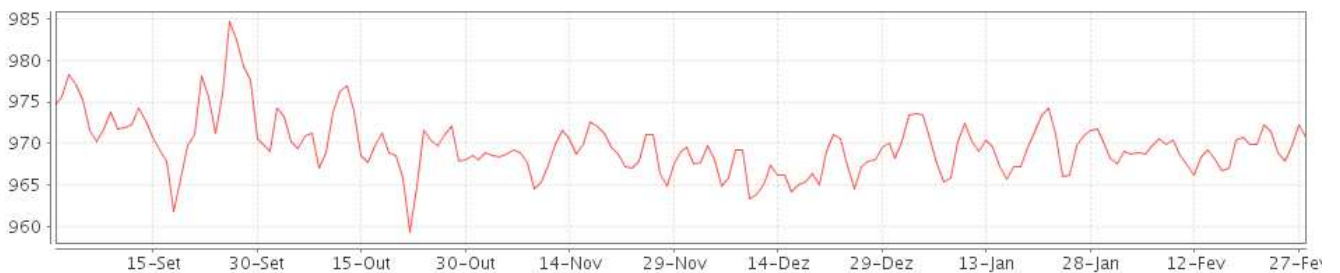
O comportamento da pressão atmosférica mostra maiores oscilações somente na segunda quinzena de setembro e de outubro. Na segunda quinzena de setembro houve uma queda significativa de pressão devido a uma frente fria que se deslocou pelo sul do Brasil e logo em seguida foram registradas duas elevações por influência de sistemas de alta pressão, centro de ação de massas de ar frio, que cruzaram o sul do Brasil (Figura 8). Na segunda quinzena de outubro um declínio nas pressões provocado por um ciclone extratropical localizado no litoral do Uruguai registrou pressões atmosféricas, na área de influência da Usina, em torno de 960 hPa, conforme a Figura 8.

Com exceção destas oscilações mais significativas, as demais foram mais amenas e justificam o enfraquecimento dos sistemas atmosféricos que atuaram no sul do Brasil neste período, salientando que os picos de menores pressões são resultados da atuação de sistemas de tempo instável, como frentes frias e, os de maiores, é consequência da atuação dos sistemas de alta pressão (Figura 8).

A diferença de pressão verificada nas quatro estações meteorológicas analisadas foi devido ao efeito da altitude entre as referidas estações, conforme a Tabela 1. Normalmente a pressão atmosférica diminui 1 hPa para cada 9 metros de altitude. Assim, as estações Barragem Foz do Chapecó e Caibi apresentaram valores médios de pressão semelhantes, tendo em vista que a diferença de altitude entre ambas é de apenas 13 metros.

A estação que apresentou os valores médios mais baixos foi Chapecó, por estar em maior altitude em relação às demais (687 metros). A estação de Nonoai, em altitude intermediária, registrou pressões médias com valores entre as de menor altitude e a de maior, Chapecó (Figura 8).

**Figura 8– Pressão Atmosférica Média Diária (hPa)**



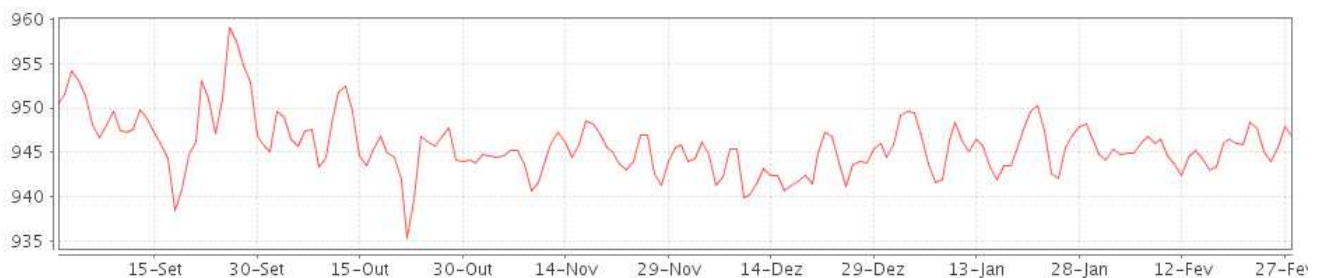
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

### 4.3 UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)

A umidade relativa do ar apresentou períodos ou dias com porcentagem elevada, superior a 90% e outros com valores mais baixos (Figura 9). Esta condição teve como forçante principal a atuação de sistemas atmosféricos de tempo instável e estável na área de influência da Usina. Em condições de instabilidade a UR ficou mais elevada e, em estabilidade, mais baixa.

Os meses mais secos foram setembro, novembro e janeiro (Figura 9), justamente meses caracterizados por chuvas abaixo da média e com dias mais ensolarados. Esta condição pode ser verificada em toda a área de influência da Usina, conforme a Figura 9.

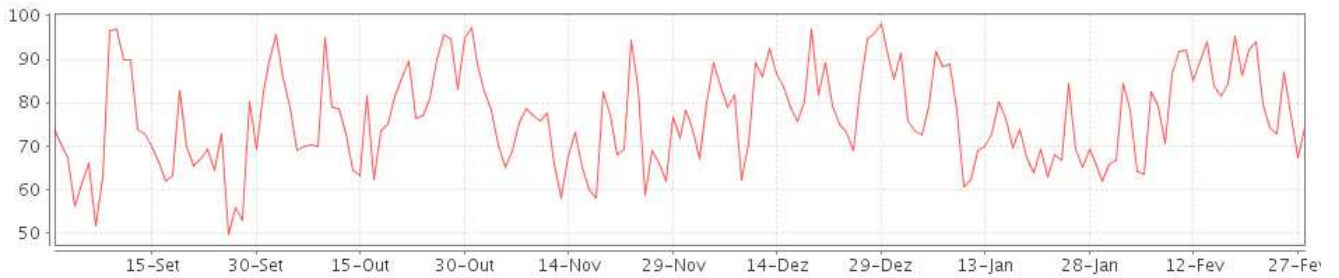
Os meses mais úmidos foram outubro, dezembro e fevereiro. Em outubro e dezembro o efeito da intensa nebulosidade e da chuva foi fundamental para este resultado. Por outro lado, em fevereiro apenas a nebulosidade foi a forçante.

Entre as estações meteorológicas representativas das condições climáticas da área de influência da Usina, Chapecó foi a que apresentou umidade mais baixa, conforme a Figura 9. Esta situação pode ser explicada pela Tabela 10 que mostra o percentual de 17,7 indicando umidade relativa superior a 90% e este percentual é inferior àqueles das demais estações meteorológicas. Isto ocorre porque a estação de Chapecó está em um local mais elevado favorecendo um melhor escoamento do ar e, por conseguinte, a umidade não fica retida. O vento predominante no período foi de leste, conforme a Tabela 12, e a barlavento da estação existem áreas residenciais onde a umidade é naturalmente mais baixa.

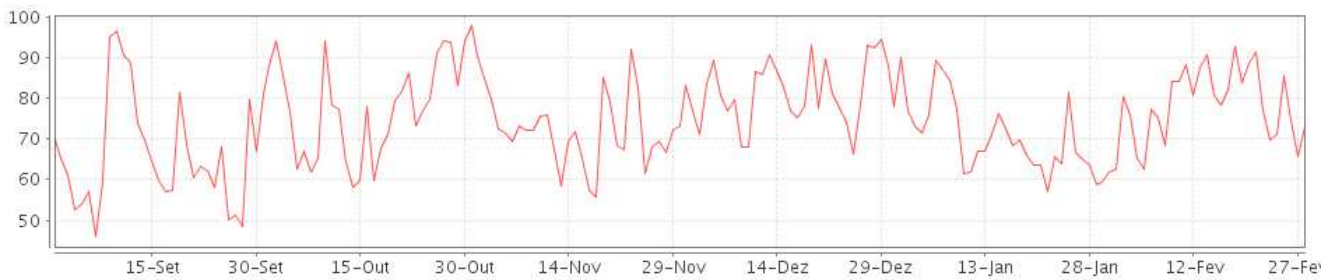
Considerando ainda os percentuais superiores a 90%, dispostos na Tabela 10, é verificado que a estação de Barragem Foz do Chapecó é a mais úmida em relação às demais. Nonoai, apesar de se encontrar mais distante do reservatório, apresentou valores próximos a Barragem Foz do Chapecó. Esta condição é devido a predominância dos ventos de sudeste, no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013 (Tabela 11), que canalizaram umidade do rio Passo Fundo para as proximidades da estação meteorológica.

Conforme o monitoramento diário das condições de tempo na área da Usina e da umidade relativa do ar registrada nas estações meteorológicas é verificado que a umidade mais elevada ocorreu na madrugada e nas primeiras horas da manhã favorecida pela umidade local. No entanto, no decorrer do dia a porcentagem de umidade diminuía. Este declínio ocorreu de maneira quase que uniforme especialmente entre Barragem Foz do Chapecó, Caibi e Nonoai. Por exemplo, nestas estações, porcentagens de umidade na faixa de 50% a 60% ocorreram em 10,6% dos registros totais do período em Barragem Foz do Chapecó, 11,3% em Caibi e 9,8% em Nonoai (Tabela 10).

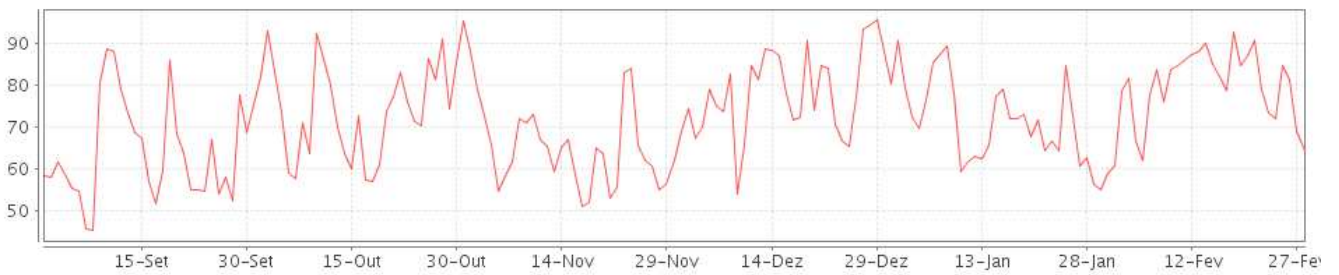
**Figura 9– Umidade do Ar Média Diária (%)**



(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

**Tabela 10– Frequência da Umidade Relativa do Ar (%)**

Umidade (%)	Chapecó	Barragem Foz do Chapecó	Caibi	Nonoai
10 a 20	0	0	0	0
20 a 30	0,4	0,3	0,5	0,3
30 a 40	3,5	2,7	4,3	2,3
40 a 50	8,7	7,9	8,5	6,9
50 a 60	12,8	10,6	11,3	9,8
60 a 70	16,2	13,2	13,6	13,7
70 a 80	20,7	15,0	14,6	17,0
80 a 90	19,9	19,2	19,1	19,8
90 a 100	17,7	31,1	28,1	30,2

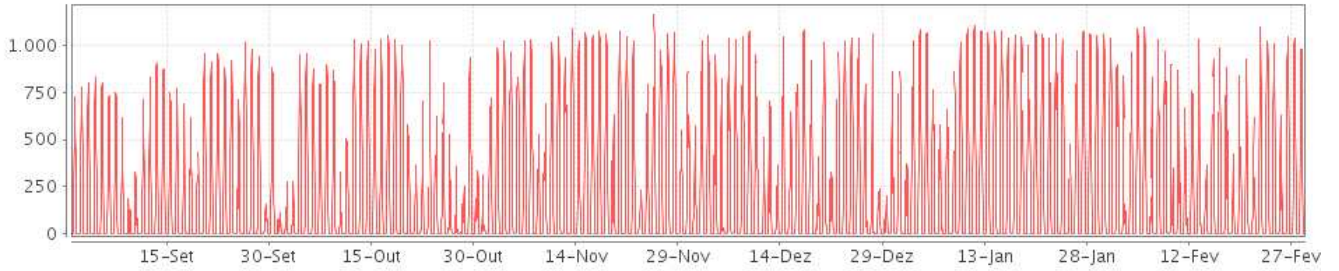
#### 4.4 RADIAÇÃO MÉDIA (W/m<sup>2</sup>)

A radiação solar varia conforme a estação do ano; foi mínima em setembro e deveria ser máxima em fevereiro (Figura 10), isto porque ocorre um aumento gradual da radiação média de setembro para fevereiro, tornando os dias mais longos. No dia 01 de setembro o sol nasceu, em Chapecó, às 06h44min e se pôs às 18h17min, horário de Brasília, apresentando 11h e 33min de radiação. No dia 28 de fevereiro, nasceu às 06h23min e se pôs às 19h02min, com 12h e 39min de radiação. Portanto, entre o dia 01 de setembro e 28 de fevereiro o dia aumentou em 1h e 06min, resultando numa radiação média na área de influência da Usina de 202,3 W/m<sup>2</sup> em setembro e 222,3 W/m<sup>2</sup> em fevereiro (Figura 10).

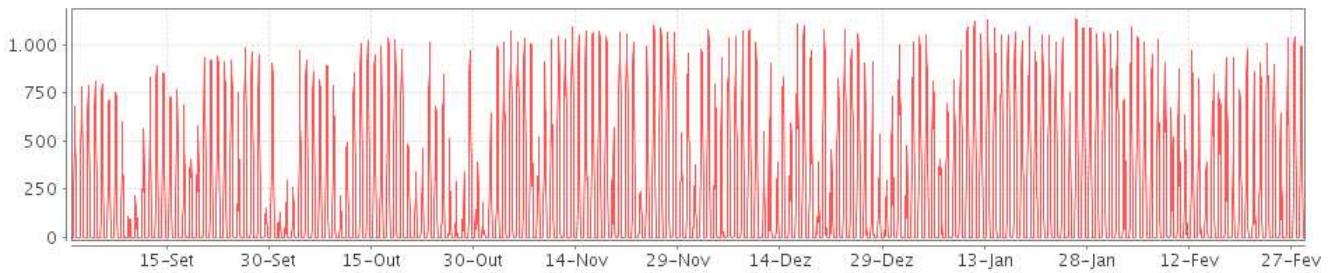
De acordo com a Figura 10 a variação da radiação foi praticamente semelhante entre todas as estações meteorológicas, indicando que os sistemas instáveis produtores de nuvens apresentaram características semelhantes por toda área de influência da Usina. Os períodos de máxima radiação foram de tempo estável, com poucas nuvens e aqueles de mínima, de tempo instável. De modo geral, os meses com chuvas abaixo da média apresentaram mais radiação e janeiro é um exemplo (Figura 10).



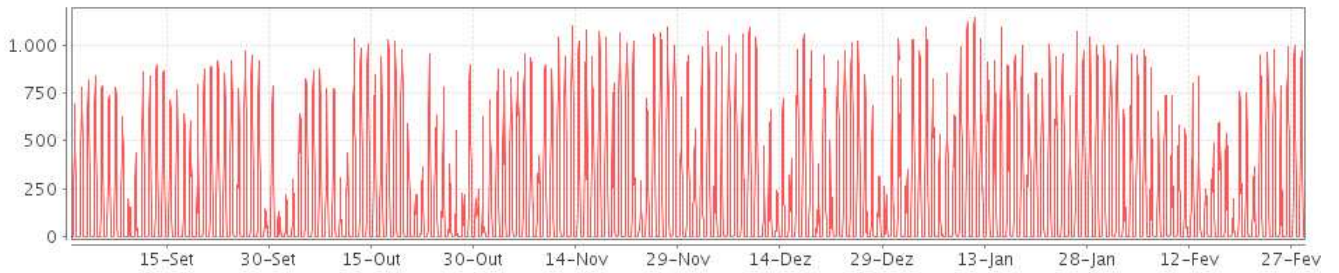
**Figura 10- Radiação Média (W/m<sup>2</sup>)**



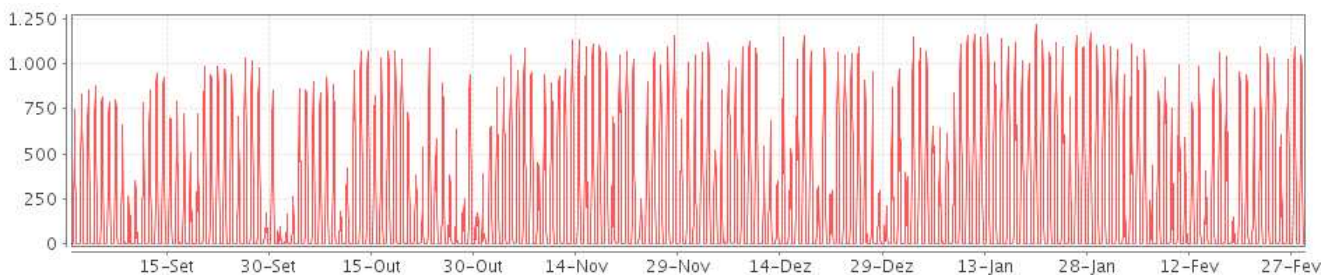
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai



## 4.5 VENTO MÉDIO

Os ventos predominantes nas estações meteorológicas sopraram de sudeste a nordeste (Tabelas 11 e 12) e correspondem a climatologia dos ventos, na área de influência da Usina. Estes ventos são oriundos do Anticiclone Semi-fixo do Atlântico Sul (ASAS), que origina ventos predominantes de leste a norte para todo o sul do Brasil, sendo que em algumas localidades do Rio Grande do Sul, o sudeste também predominou tendo a mesma origem. As demais frequências (outros quadrantes), especialmente de sudoeste e sul, são originadas dos anticiclones polares quando estes se deslocam da Argentina para o sul do Brasil, após a passagem de sistemas de baixa pressão, principalmente as frentes frias. Os ventos foram fracos em quase todas as estações meteorológicas; predominando calmarias e brisas de até 10 km/h. Em Chapecó, foram um pouco mais intensos onde predominaram ventos de 10 a 20 km/h. Ventos médios mais fortes, acima de 20 km/h foram mais frequentes em Chapecó e Nonoái, conforme a Tabela 12. Esta condição média reflete o comportamento diário; no decorrer da noite e início da manhã ocorrem as calmarias e, durante a tarde, os ventos passam a moderados, com velocidade média em torno de 20 km/h.

**Tabela 11- Frequência da Direção do Vento (%)**

Estação	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste
Bar. Foz do Chapecó	2,3	22,3	40,2	11,8	4,6	8,9	7,1	2,8
Chapecó	16,1	19,1	26,5	10,0	5,7	6,1	5,7	10,7
Caibi	6,2	30,8	19,2	10,4	8,4	13,0	6,6	5,3
Nonoai	10,7	8,2	21,3	30,7	14,5	4,0	3,2	7,4

**Tabela 12- Tabela de frequência da Velocidade e Direção do Vento.**

Direção [°]	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	TOTAL
Velocidade [km/h]	-22.5 a 22.5	22.5 a 67.5	67.5 a 112.5	112.5 a 157.5	157.5 a 202.5	202.5 a 247.5	247.5 a 292.5	292.5 a 337.5	
0 - 10	70	649	1182	354	157	319	249	74	3054
10 - 20	24	318	560	154	43	66	55	42	1262
20 - 30	5	3	6	4	2	4	7	4	35
30 - 40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60 - 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70 - 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 - 90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	99	970	1748	512	202	389	311	120	4351

(a) Barragem Foz do Chapecó

Direção [°]	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	TOTAL
Velocidade [km/h]	-22.5 a 22.5	22.5 a 67.5	67.5 a 112.5	112.5 a 157.5	157.5 a 202.5	202.5 a 247.5	247.5 a 292.5	292.5 a 337.5	
0 - 10	194	1293	828	375	299	438	221	174	3822
10 - 20	71	46	8	78	60	118	55	56	492
20 - 30	6	0	0	0	4	10	10	2	32
30 - 40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60 - 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70 - 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 - 90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	271	1339	836	453	363	566	286	232	4346

(b) Caibi

Direção [°]	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	TOTAL
Velocidade [km/h]	-22.5 a 22.5	22.5 a 67.5	67.5 a 112.5	112.5 a 157.5	157.5 a 202.5	202.5 a 247.5	247.5 a 292.5	292.5 a 337.5	
0 - 10	229	441	304	132	127	120	123	128	1604
10 - 20	406	380	753	239	115	130	100	229	2352
20 - 30	64	8	91	64	6	17	25	87	362
30 - 40	2	0	6	1	0	0	2	20	31
40 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60 - 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70 - 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 - 90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	701	829	1154	436	248	267	250	464	4349

(c) Chapecó

Direção [°]	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	TOTAL
Velocidade [km/h]	-22.5 a 22.5	22.5 a 67.5	67.5 a 112.5	112.5 a 157.5	157.5 a 202.5	202.5 a 247.5	247.5 a 292.5	292.5 a 337.5	
0 - 10	218	324	688	906	351	93	97	185	2862
10 - 20	219	32	234	406	236	77	40	112	1356
20 - 30	29	0	5	20	44	6	1	24	129
30 - 40	2	1	0	5	2	0	0	0	10
40 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60 - 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70 - 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 - 90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	468	357	927	1337	633	176	138	321	4357

(d) Nonoai

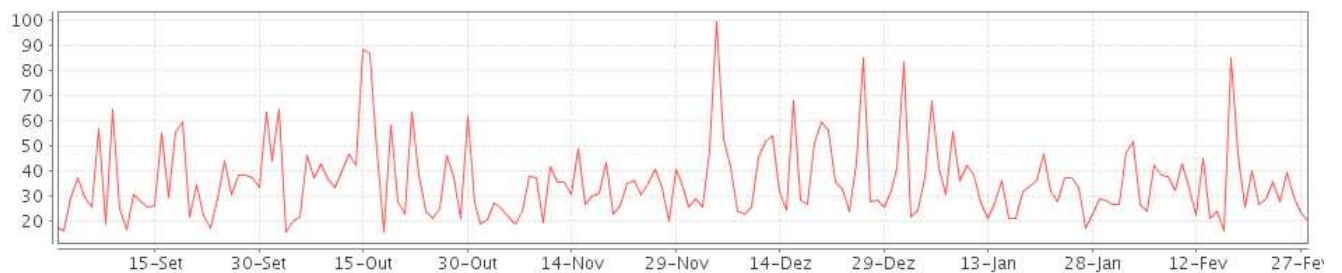
### 4.6 VENTO MÁXIMO

Os ventos máximos, que caracterizam rajadas, são ventos que sopram com força muito oscilante e que superam em 20 km/h ou mais a velocidade média do vento, no momento da rajada. Podem ocorrer em decorrência de deslocamento de sistemas atmosféricos como as frentes frias ou produzidos por instabilidade local, como as rajadas provenientes de trovoadas, que podem superar, ocasionalmente, 100 km/h. As rajadas de trovoadas são muito localizadas e, na maioria dos casos, não atingem toda área de influência da Usina. Nos casos de extrema instabilidade atmosférica podem ocorrer tornados e os ventos associados são ainda mais intensos.

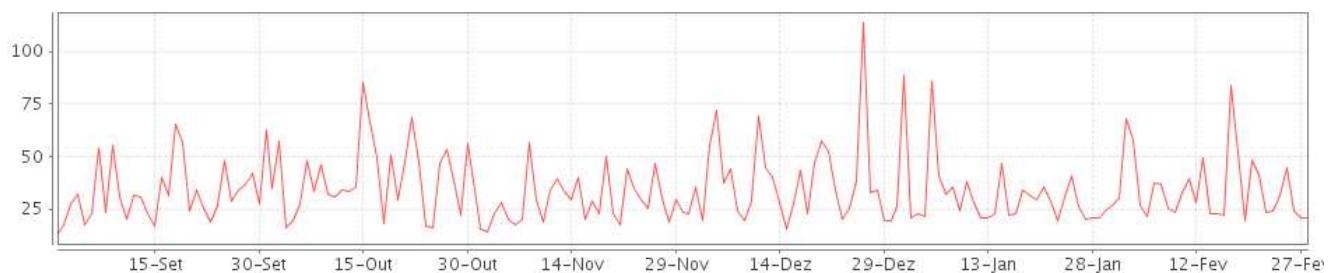
Considerando a força dos ventos acima de 55 Km/h, classificada pela escala Beaufort como “muito forte”, e que já causa, segundo a mesma escala, algum dano como quebra de galhos das arvores, foi verificado que ocorreram em diversas ocasiões, na área de influência da UHE Foz do Chapecó, especialmente em outubro e dezembro (Figura 11).

Esses ventos fortes, em sua maioria, foram registrados quando havia sistemas de tempo instável em deslocamento pelo Rio Grande do Sul, nas proximidades ou mesmo passando na área.

**Figura 11- Vento Máximo Diário (km/h)**



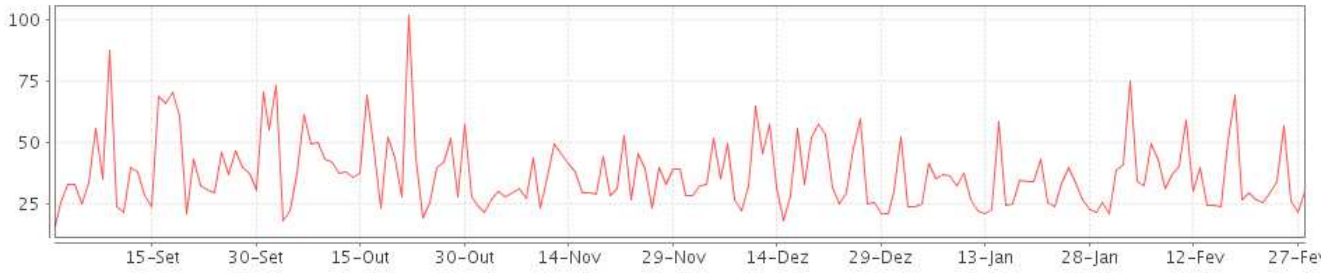
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

## 5 CONCLUSÃO

A análise dos elementos do clima oriundos das estações meteorológicas de Barragem Foz do Chapecó, Caibi, Chapecó e Nonoai aponta similaridade entre todas as variáveis. Algumas diferenças verificadas no comportamento dos elementos climáticos foram influenciadas por fatores locais como o modelado do relevo da área de influência da Usina e também da atuação diferenciada, no espaço, de algumas instabilidades que provocaram condições distintas de tempo, como chuva intensa, cobertura de nuvens, nevoeiros e ventos fortes, em determinadas localidades.

No período analisado houve irregularidades na dinâmica atmosférica regional, afetando a distribuição das chuvas na área de influência da Usina. De modo geral, os sistemas instáveis produtores de chuvas como as frentes frias e as baixas pressões ficaram menos ativos sobre a área, trazendo quase sempre chuvas pouco expressivas. Foram poucos os eventos de chuvas fortes, mesmo assim, em alguns meses, contribuíram para que o total mensal ficasse acima da média. A precipitação total do período analisado ficou com déficit de 234,9 mm em Chapecó, 47,5 mm em Barragem Foz do Chapecó, 91,3 mm em Caibi e 139,7 mm em Nonoai.

A maior parte do período foi seca, do ponto de vista da precipitação, e quente, com anomalias positivas que chegaram a 3,6°C em Caibi, no mês de setembro. Temperaturas mais amenas foram registradas somente em janeiro e fevereiro, mesmo assim com pequena diferença das condições médias.

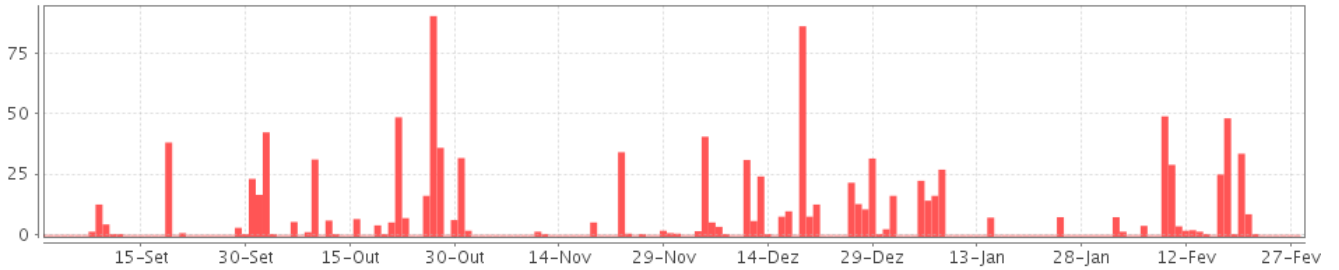
A umidade do ar foi mais elevada na madrugada e nas primeiras horas da manhã e, mais baixa no período da tarde. Em condições de tempo instável ficou mais elevada e, em estável, mais baixa. Por isso nos meses de maior cobertura de nuvens e também com a presença de chuva ficou mais elevada.

A análise dos dados das estações meteorológicas correlacionadas à dinâmica atmosférica regional não evidenciou possíveis alterações de clima associadas à formação do lago. No entanto, como a área de influência da Usina está localizada em uma região que possui uma dinâmica atmosférica bastante significativa ao longo do ano e ainda é influenciada por bloqueios atmosféricos, fenômenos globais como o El Niño e a La Niña e a Oscilação Decadal do Pacífico Sul (ODP) é fundamental a continuidade destes estudos.

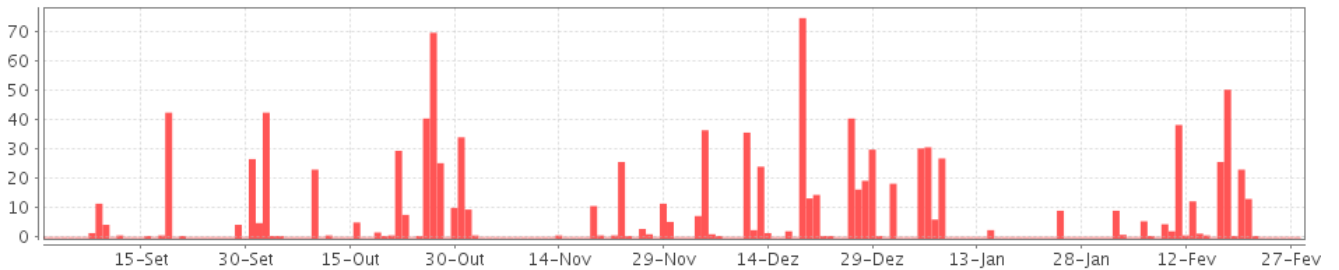
Somente com o monitoramento diário das condições atmosféricas regionais e locais, verificação da Temperatura da Superfície do Mar do Pacífico Equatorial e Atlântico Sul e análise dos dados das estações meteorológicas automáticas na área de influência da Usina é que pode ser verificado o comportamento do clima da área e, principalmente, possíveis alterações do clima local, devido à presença do lago.

6 ANEXO

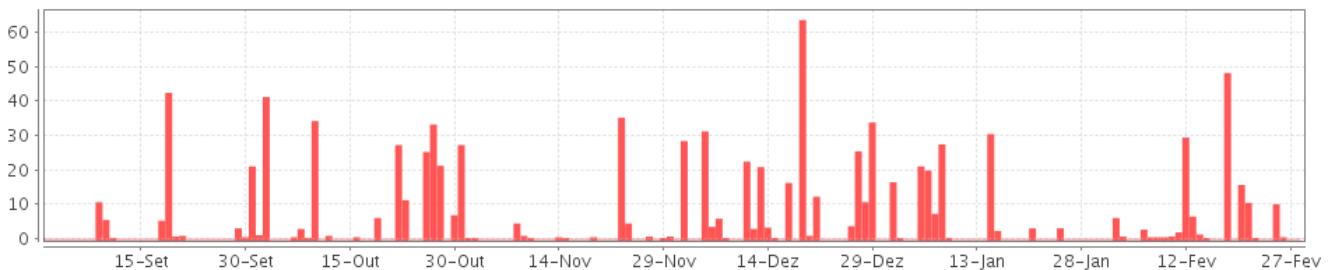
Figura 12- Precipitação - Soma Diária (mm)



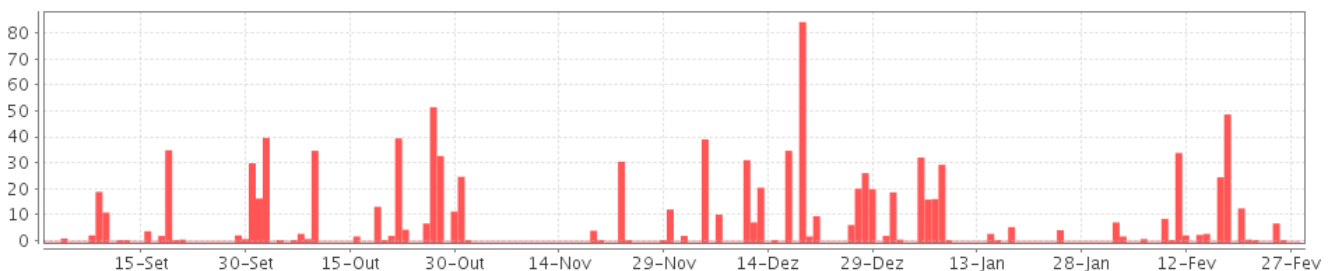
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai