

# Foz do Chapecó



Foz do Chapecó Energia S.A.

## VIII RELATÓRIO TÉCNICO SEMESTRAL

Contrato **CEFC-0087/2007**

Período: DEZ/10 A AGO/11

## 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  
Luís Bennemann, Técnico em Informática  
Jorge Henrique Bortolotto de Oliveira, Técnico em Meteorologia e Eletrônica  
Clóvis José Luiz, Técnico em Eletrônica  
Gustavo Batistell, Técnico em Eletrônica  
Círio Junior Barbosa, Auxiliar de Campo  
Bruno Antônio Cunha, Auxiliar de Campo

**Florianópolis, setembro de 2011**

## ÍNDICE GERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÕES E MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ANALISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011 .....</b>	<b>8</b>
3.1	PRECIPITAÇÃO .....	8
3.1.1	DEZEMBRO .....	10
3.1.2	JANEIRO .....	11
3.1.3	FEVEREIRO.....	12
3.1.4	MARÇO.....	13
3.1.5	ABRIL.....	14
3.1.6	MAIO.....	15
3.1.7	JUNHO.....	16
3.1.8	JULHO.....	17
3.1.9	AGOSTO.....	18
<b>4</b>	<b>ANALISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011 .....</b>	<b>19</b>
4.1	TEMPERATURA .....	19
4.2	PRESSÃO ATMOSFÉRICA .....	22
4.3	UMIDADE RELATIVA DO AR (UR) .....	24
4.4	RADIAÇÃO MÉDIA (W/M <sup>2</sup> ) .....	26
4.5	VENTO MÉDIO .....	27
4.6	VENTO MÁXIMO .....	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE DEZEMBRO/10 .....	10
FIGURA 2- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JANEIRO/11 .....	11
FIGURA 3- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE FEVEREIRO/11 .....	12
FIGURA 4- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE MARÇO/11 .....	13
FIGURA 5- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE ABRIL/11 .....	14
FIGURA 6- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE MAIO/11 .....	15
FIGURA 7- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JUNHO/11 .....	16
FIGURA 8- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JULHO/11 .....	17
FIGURA 9- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE AGOSTO/11 .....	18
FIGURA 10– TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) .....	21
FIGURA 11– PRESSÃO ATMOSFÉRICA MÉDIA DIÁRIA (HPA) .....	23
FIGURA 12– UMIDADE DO AR MÉDIA DIÁRIA (%) .....	25
FIGURA 13- RADIAÇÃO MÉDIA (W/M <sup>2</sup> ) .....	26
FIGURA 14- VENTO MÁXIMO DIÁRIO (KM/H).....	30
FIGURA 15- PRECIPITAÇÃO - SOMA DIÁRIA (MM) .....	33

## 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 DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011 .....	9
TABELA 3- ANOMALIA MENSAL DE PRECIPITAÇÃO (MM) DO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011 .....	9
TABELA 4- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011. .....	20
TABELA 5- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011.....	20
TABELA 6- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011. .....	20
TABELA 7 - ANOMALIA DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011.....	20
TABELA 8- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011.	21
TABELA 9- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011.....	21
TABELA 10- FREQUÊNCIA DA UMIDADE RELATIVA DO AR .....	24
TABELA 11- FREQUÊNCIA DA DIREÇÃO DO VENTO (%).....	28
TABELA 12- TABELA DE FREQUÊNCIA DA VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO.....	28

## 1 INTRODUÇÃO

Neste monitoramento climatológico semestral, relativo ao período de dezembro de 2010 a agosto de 2011, 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), refletindo em 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, conforme Tabela 1. Na busca do melhor entendimento do clima da área foram verificadas 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 cada elemento climático separadamente, porém inter-relacionando-os, 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 da atuação 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. Os demais elementos climáticos foram analisados de forma mais genérica, destacando as variações mais significativas.

## 2 CONDIÇÕES DE OPERAÇÕES E MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS

No período de dezembro de 2010 a agosto de 2011 foi realizada visita de manutenção nas estações de Barragem Foz do Chapecó, Caibi, Chapecó e Nonoai (Tabela 1), conforme descrição abaixo.

### **CHAPECÓ**

**16/02/11** – Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores limpos e testados.

**26/05/11** - Inspeção preventiva normal. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

**30/06/11** - Troca do pluviômetro, da bateria e do TC65. Manutenção preventiva da caixa ambiental e cabeamento interno. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

**31/08/11**- Inspeção preventiva normal. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

### **BARRAGEM FOZ DO CHAPECÓ**

**01/12/10** – Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores limpos e testados.

**16/02/11** – Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores limpos e testados.

**25/05/11** - Inspeção preventiva normal. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados

**29/06/11** – Troca do pluviômetro e da bateria. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

**30/08/11** - Inspeção preventiva normal. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

### **CAIBI**

**15/12/10** – Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores limpos e testados.

**22/03/11** – Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores limpos e testados.

**25/05/11** - Pluviômetro com defeito foi desativado. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados

**29/06/11** - Troca do pluviômetro, da bateria e do TC65. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

**30/08/11** - Inspeção preventiva normal. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

### **NONOAI**

**18/01/11** - Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores limpos e testados.

**03/03/11** – Visita emergencial. Pluviômetro estava inoperante e foi consertado.

**26/05/11**- Inspeção preventiva normal. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

**28/06/11**- Troca do pluviômetro, do sensor de vento, da bateria e do TC65. Instalação de novo programa, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

**29/06/11**- Alteração da ligação do sensor de pressão.

**31/08/11**- Inspeção preventiva normal. Programa atualizado, dados coletados e demais equipamentos limpos e testados.

Obs: Algumas falhas consecutivas no equipamento, fez com que fossem inutilizados os dados de precipitação para análise, conforme a Tabela 2.

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

<b>ORDEM</b>	<b>NOME</b>	<b>ALTITUDE (m)</b>	<b>SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>LATITUDE</b>	<b>LONGITUDE</b>
01	CHAPECÓ	687	Instalada	27°05'07"	52°38'08"
02	NONOAI	568	Instalada	27°20'48"	52°46'37"
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 DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011

#### 3.1 PRECIPITAÇÃO

O período analisado (dez/10 a ago/11) foi caracterizado por chuvas irregulares, conforme dados completos das estações meteorológicas (Tabelas 2 e 3). A maior parte do período foi de atuação do fenômeno La Niña que resultou em chuvas irregulares e abaixo da média, em alguns meses, na área de influência da Usina. A partir de junho a interferência do fenômeno global foi menor e os totais de precipitação ficaram acima da média. Entre os meses analisados, dezembro e junho foram mais chuvosos, com excedentes significativos que superaram mais de 100mm na área, conforme as Tabelas 2 e 3. Isso significa que choveu mais de 100 litros para cada metro quadrado (m<sup>2</sup>) nesses meses, na área de influência da Usina. Essa condição foi devido à presença constante de áreas de instabilidade, associadas a frentes frias, baixa pressão e cavados à superfície além de jatos (ventos fortes em altitude), em especial em junho. Entre janeiro e fevereiro choveu abaixo da média em quase toda área (Tabelas 2 e 3) devido ao enfraquecimento do processo convectivo, que organiza as chuvas da tarde. Mesmo assim, ocorreram alguns eventos de chuva forte entre a segunda quinzena de janeiro e a primeira de fevereiro (Figura 15 - anexa), influenciados pelo desenvolvimento de baixas pressões e cavados à superfície. A precipitação total do mês de março ficou acima da média (Tabela 3), contudo foi muito irregular e concentrada no fim do mês (Figura 15- anexa), especialmente a partir do dia 26, quando da atuação de cavados à superfície e passagem de frentes frias.

Em abril e maio, a irregularidade da precipitação aumentou. Os eventos de chuva foram de fraca intensidade, sendo que as chuvas mais significativas ocorreram no dia 14 de abril devido ao deslocamento de uma frente fria no litoral do Rio Grande do Sul. Outra condição de chuva forte foi registrada no dia 14 de maio por influência de uma baixa pressão em deslocamento sobre a área.

No trimestre junho, julho e agosto houve presença de tempo mais instável, com muita nebulosidade, umidade elevada e precipitação intensa em alguns eventos, que chegaram a superar ou quase ultrapassar a média mensal. Neste período o evento mais forte foi verificado no dia 22 de junho, quando um frente estava semi-estacionária no litoral de Santa Catarina e jatos intensos (ventos fortes em altos níveis da atmosfera) reforçaram a instabilidade na área de influência da UHE Foz do Chapecó.

**Tabela 2- Total mensal de precipitação (mm) do período de dezembro de 2010 a agosto de 2011**

Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	431,0	191,2	251,7	216,4	132,8	60,2	353,6	204,2	222,0
Barragem Foz do Chapecó	286,4	143,8	175,0	160,0	108,2	68,2	325,6	224,6	194,8
Caibi	263,4	146,0	191,8	159,4	77,8*	**	32,8*	222,8	156,0
Nonoai	133,8*	**	**	230,2*	152,4	68,4	298,6	210,2	176,6

\*dado duvidoso/falha no sensor  
\*\*sem dados

**Tabela 3- Anomalia mensal de precipitação (mm) do período de dezembro de 2010 a agosto de 2011**

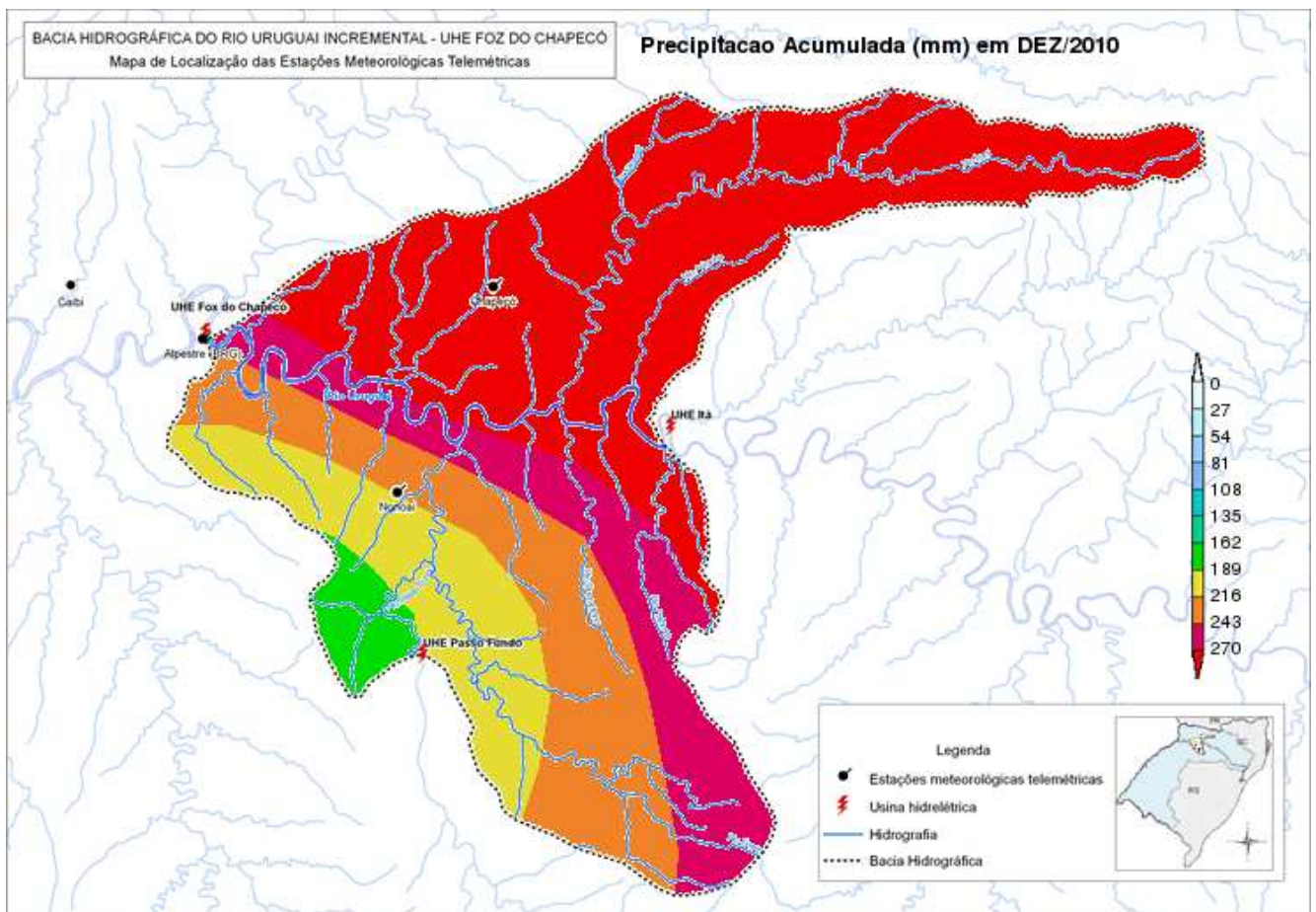
Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	256,1	-1,6	51,7	90,6	-33,5	-106,3	190,3	49,7	88,6
Barragem Foz do Chapecó	111,5	-49,1	-25,0	34,2	-58,1	-97,9	162,3	70,1	61,4
Caibi	88,5	-46,9	-8,2	33,6	-88,5*	**	-130,5*	68,3	22,6
Nonoai	-41,1*	**	**	104,4*	-13,9	-98,1	135,3	55,7	43,2

\*dado duvidoso/falha no sensor  
\*\*sem dados

### 3.1.1 DEZEMBRO

No mês de dezembro a precipitação ocorreu associada a sistemas de baixa pressão, com atuação significativa da Baixa do Chaco (sistema de baixa pressão que se forma sobre o Chaco Argentino) que se deslocou para leste e atingiu a área de influência da Usina com chuva forte. Além desses sistemas, o efeito do relevo também foi muito importante na organização da instabilidade ao norte da área de influência da Usina, resultando em chuvas mais volumosas (Figura 1).

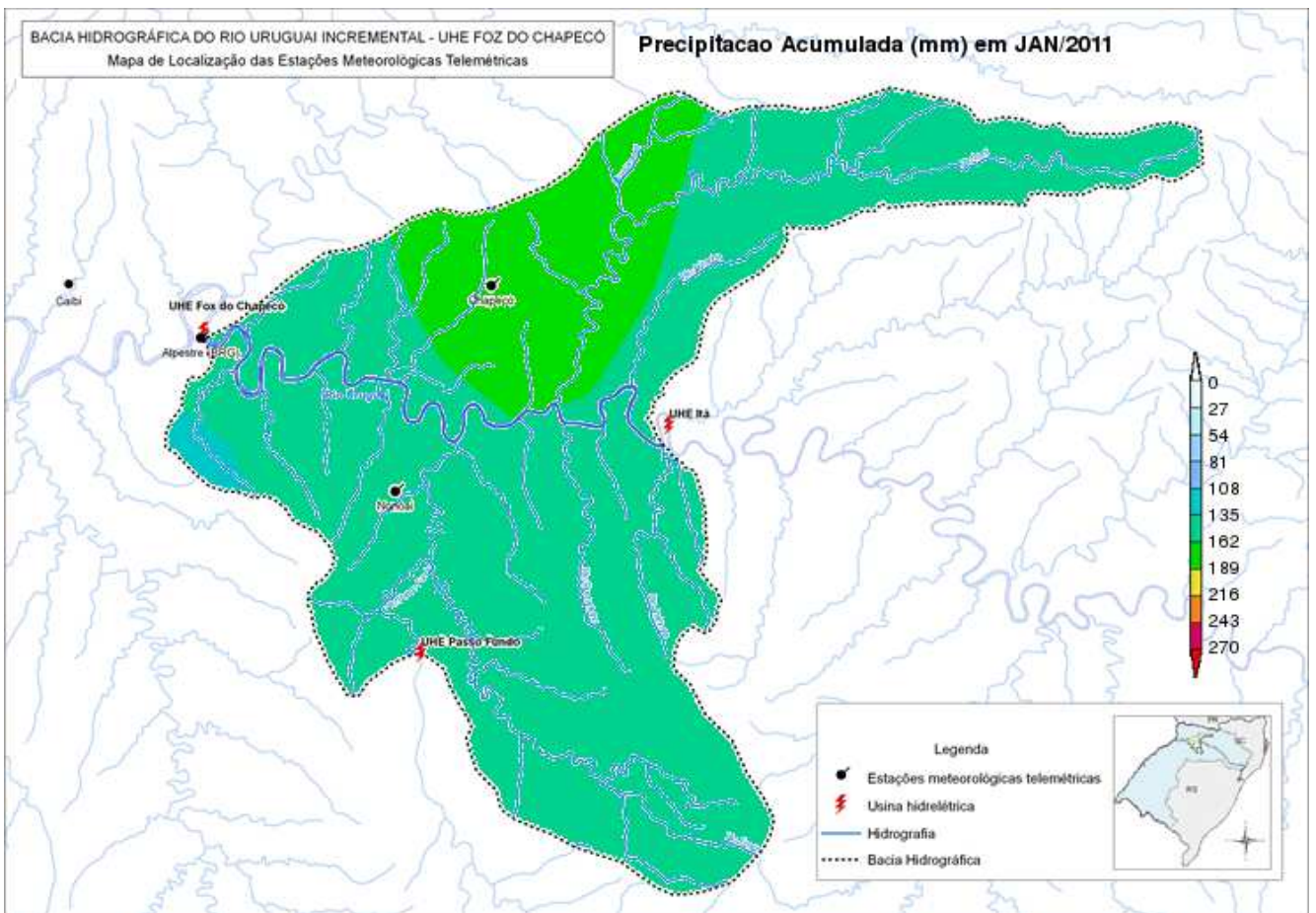
Figura 1- Distribuição espacial da precipitação no mês de dezembro/10



### 3.1.2 JANEIRO

Em janeiro as chuvas ficaram abaixo da média (Tabela 3) e foram relativamente bem distribuídas em toda área de influência da Usina (Figura 2). As chuvas foram, em sua maioria, oriundas de sistemas de baixa pressão, desenvolvidas pelo calor, porém o processo convectivo foi mais fraco do que o normal.

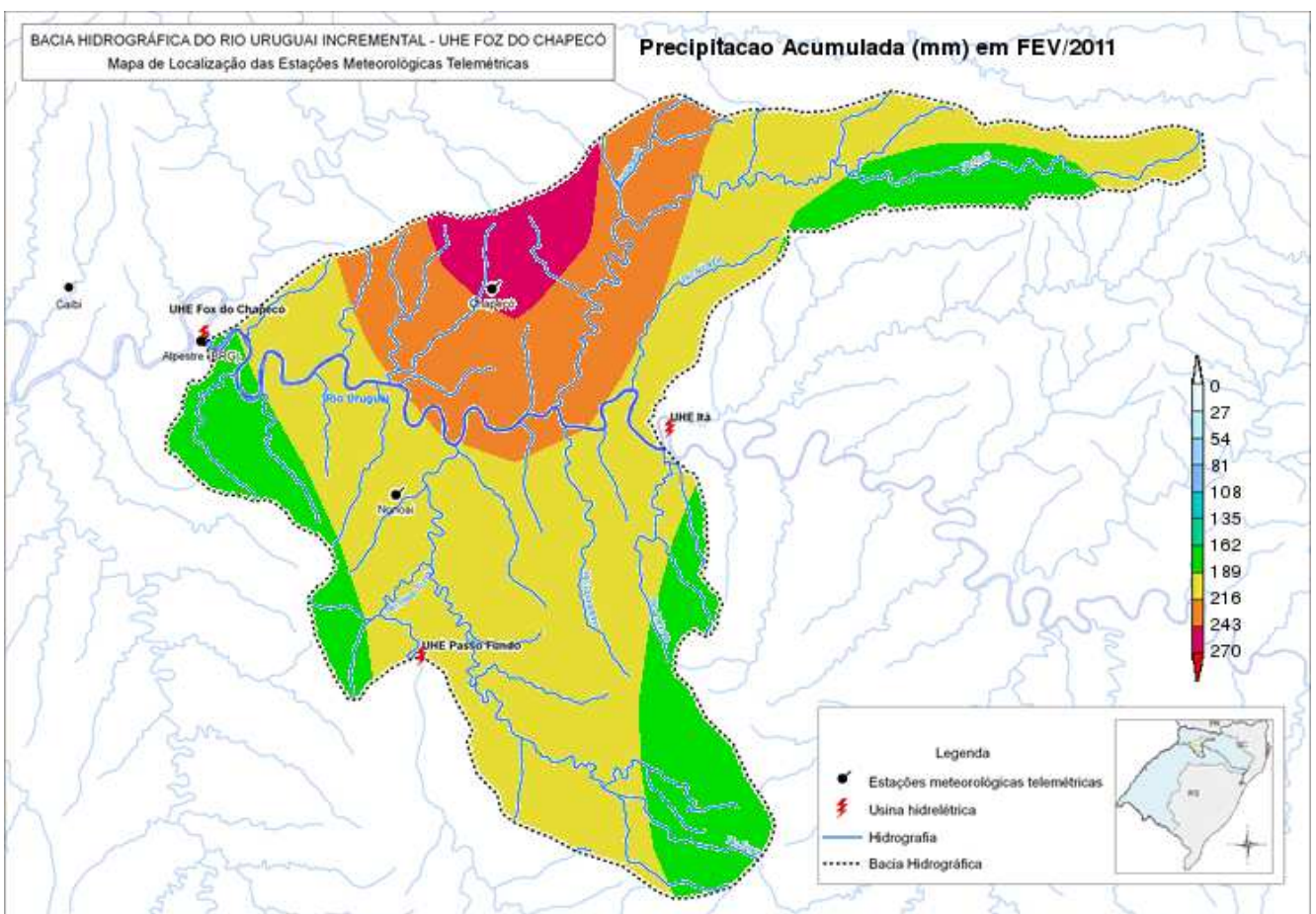
Figura 2- Distribuição espacial da precipitação no mês de janeiro/11



### 3.1.3 FEVEREIRO

A precipitação no decorrer do mês de fevereiro ficou muito irregular espacialmente, sendo mais concentrada ao norte da área de influência da Usina, conforme a Figura 3. Essa condição foi devido à formação de instabilidades isoladas, associadas à convecção e sistemas instáveis como baixa pressão à superfície, além do reforço do efeito do relevo.

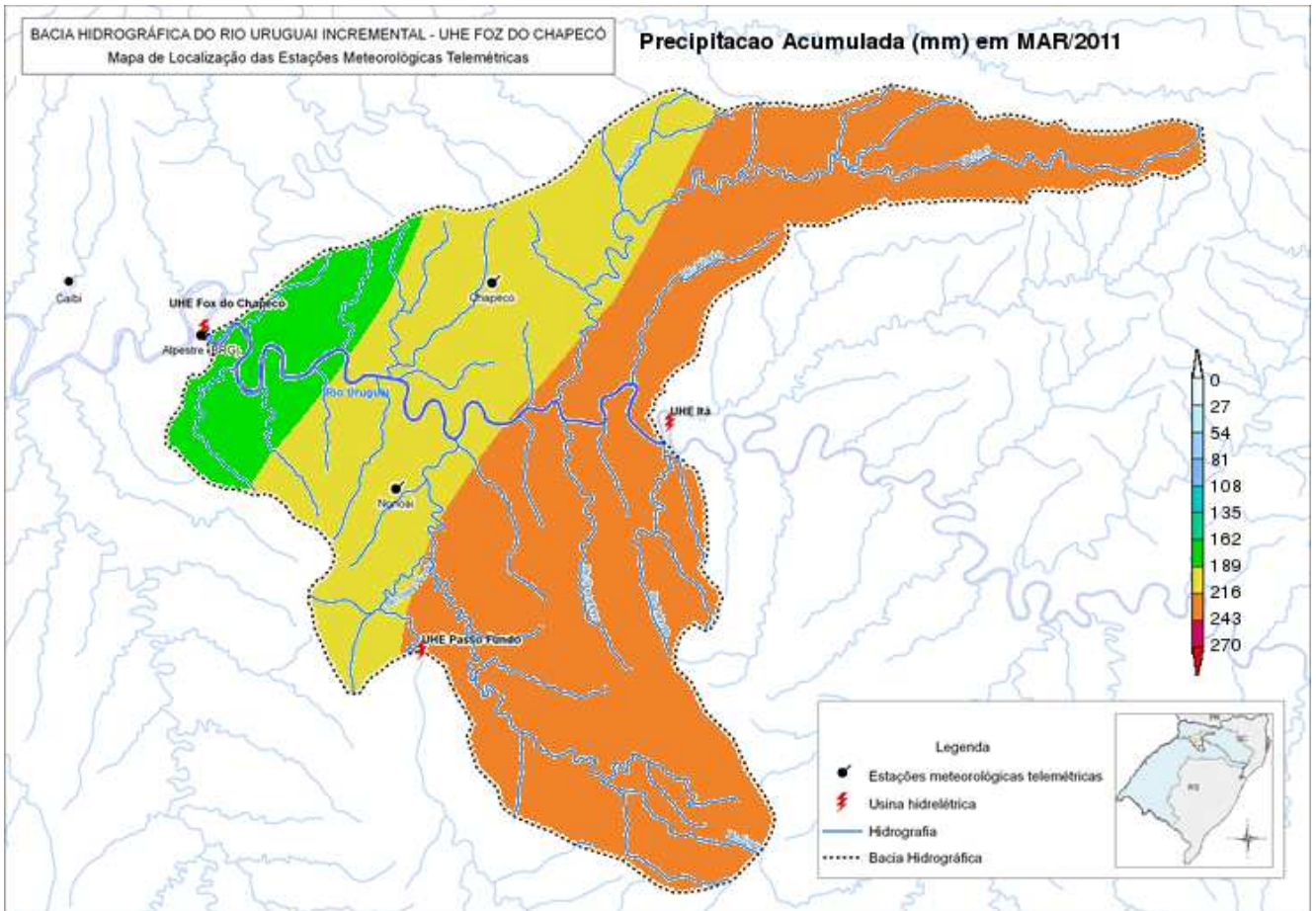
Figura 3- Distribuição espacial da precipitação no mês de fevereiro/11



### 3.1.4 MARÇO

No mês de março as chuvas ficaram acima da média conforme a Tabela 3, porém foram mal distribuídas. Como as instabilidades foram mais ativas sobre a região serrana do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, refletiu em maiores volumes de chuva ao leste da área de influência da Usina (Figura 4)

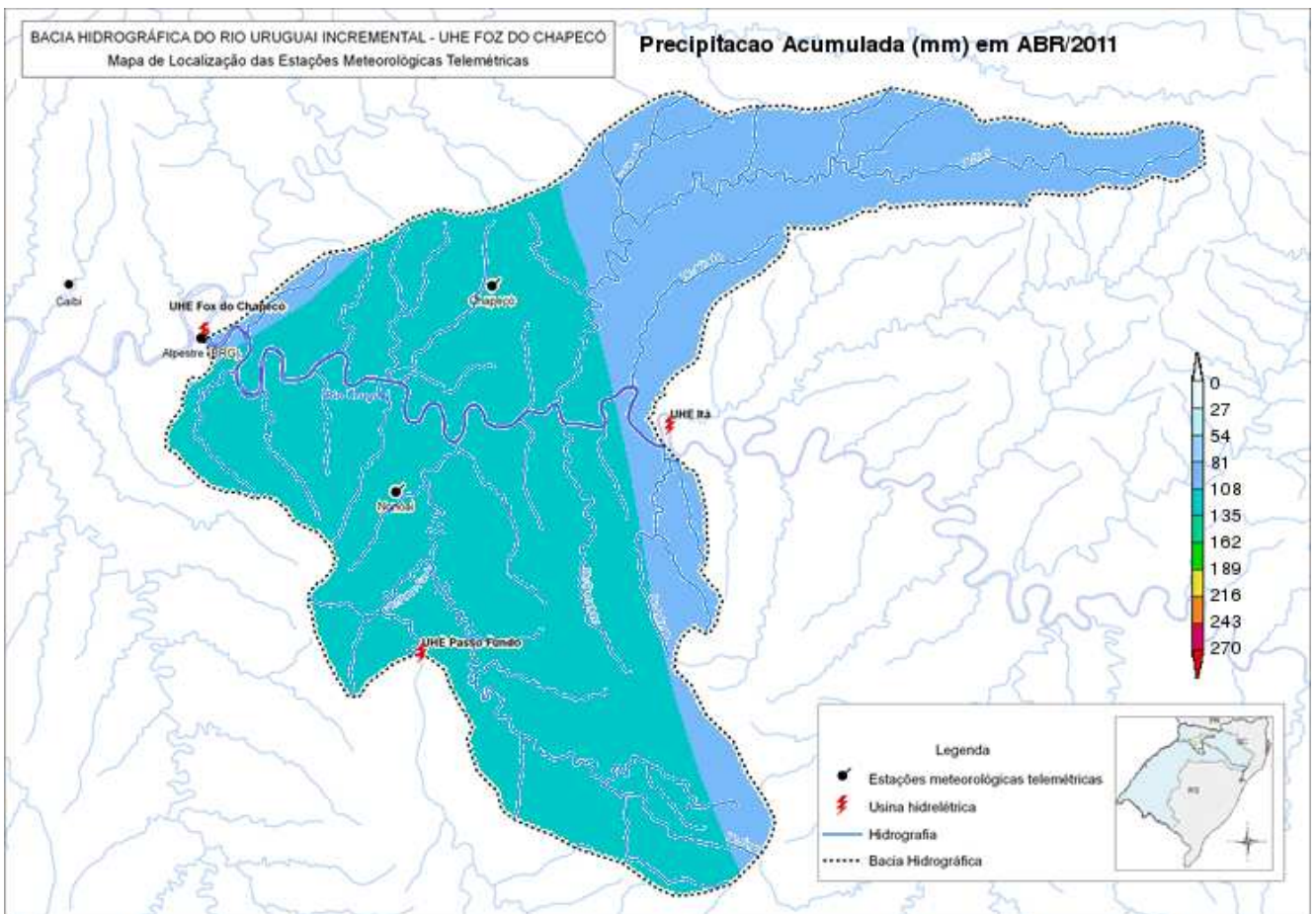
Figura 4- Distribuição espacial da precipitação no mês de março/11



3.1.5 ABRIL

As chuvas ficaram abaixo da média (Tabela 3) e foram muito irregulares no tempo (Figura 15 - anexa) e no espaço (Figura 5). Essa condição foi devido à passagem de frentes frias rápidas e com pouca atividade na área de influência da Usina, característica própria do fenômeno La Niña.

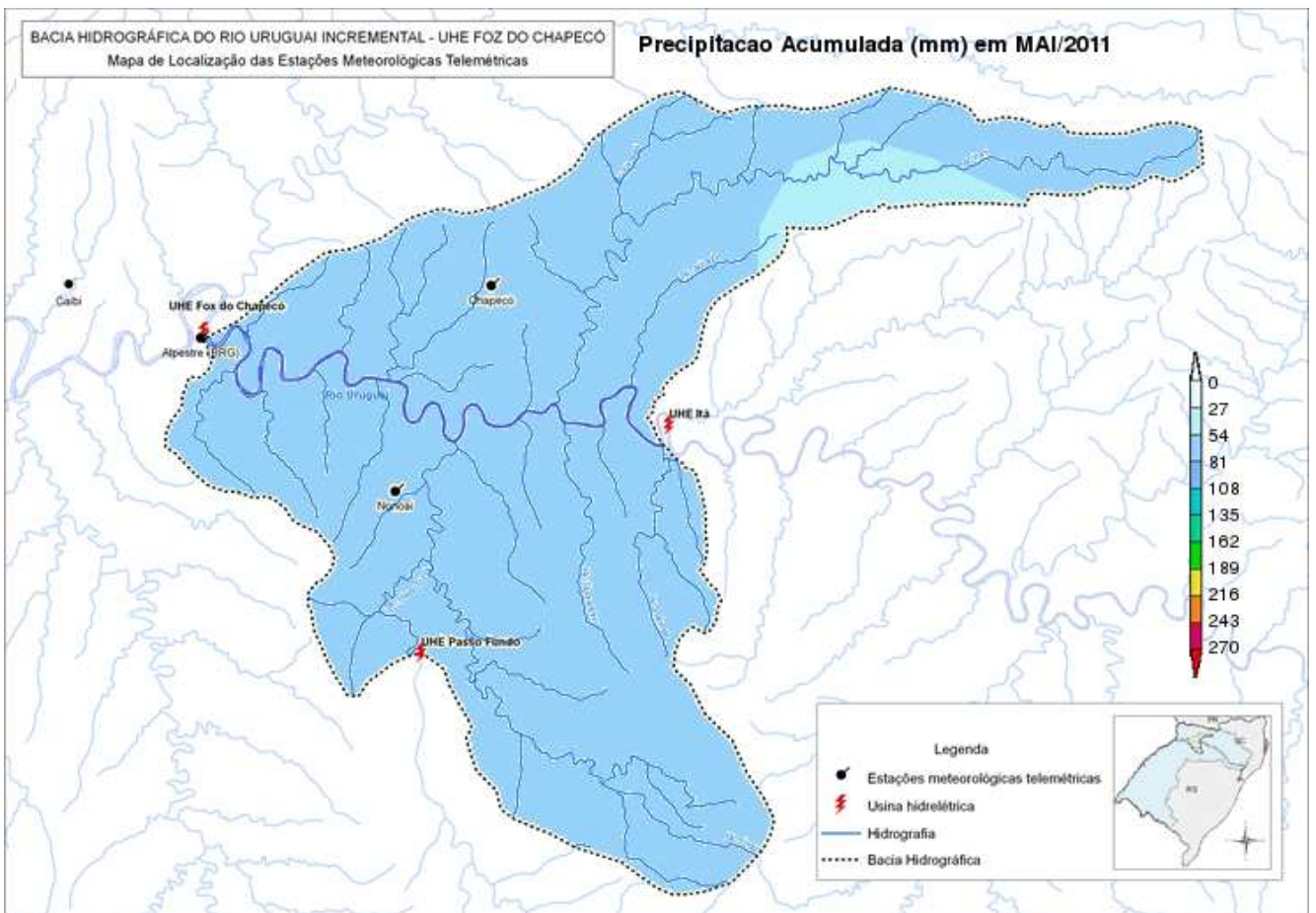
Figura 5- Distribuição espacial da precipitação no mês de abril/11



3.1.6 MAIO

A deficiência da precipitação em abril continuou em maio com chuva bem abaixo do volume conforme a Tabela 3. Houve influência de vários sistemas de alta pressão que mantiveram o tempo estável. As chuvas foram bem distribuídas espacialmente (Figura 6), porém ocasionadas em praticamente um evento (Figura 15).

Figura 6- Distribuição espacial da precipitação no mês de maio/11

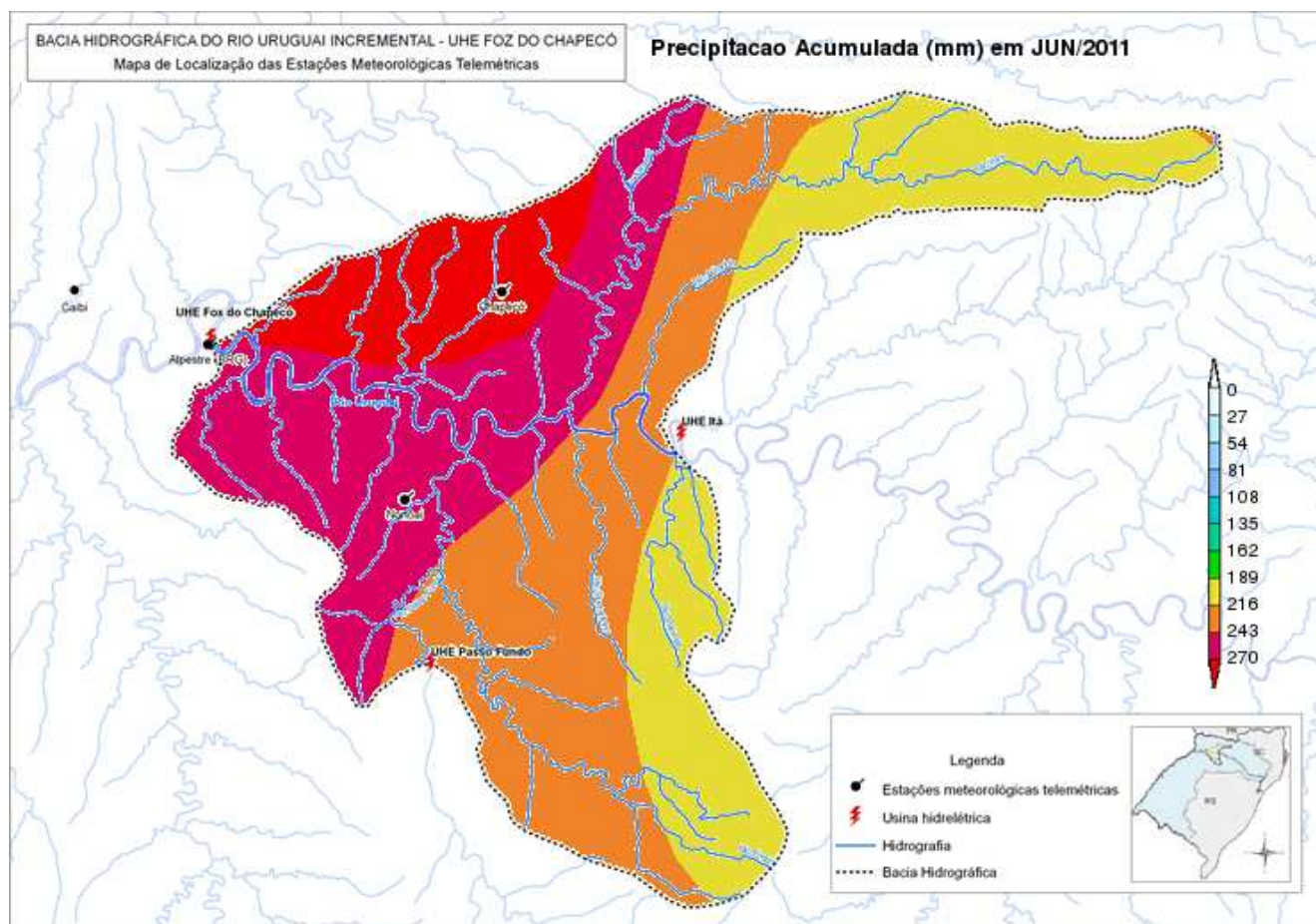




### 3.1.7 JUNHO

A precipitação no mês de junho ficou concentrada na segunda quinzena, mesmo assim, num evento de chuva forte ocorrido no dia 22, que precipitou entre 120mm e 170mm em 24h na área de influência da Usina. Neste dia, a chuva mais forte ocorreu no oeste da área (Figura 7), devido à intensificação diferenciada do jato em altos níveis da atmosfera. O resultado foi um excedente mensal de mais de 100mm de chuva na área de influência da Usina, conforme a Tabela 3.

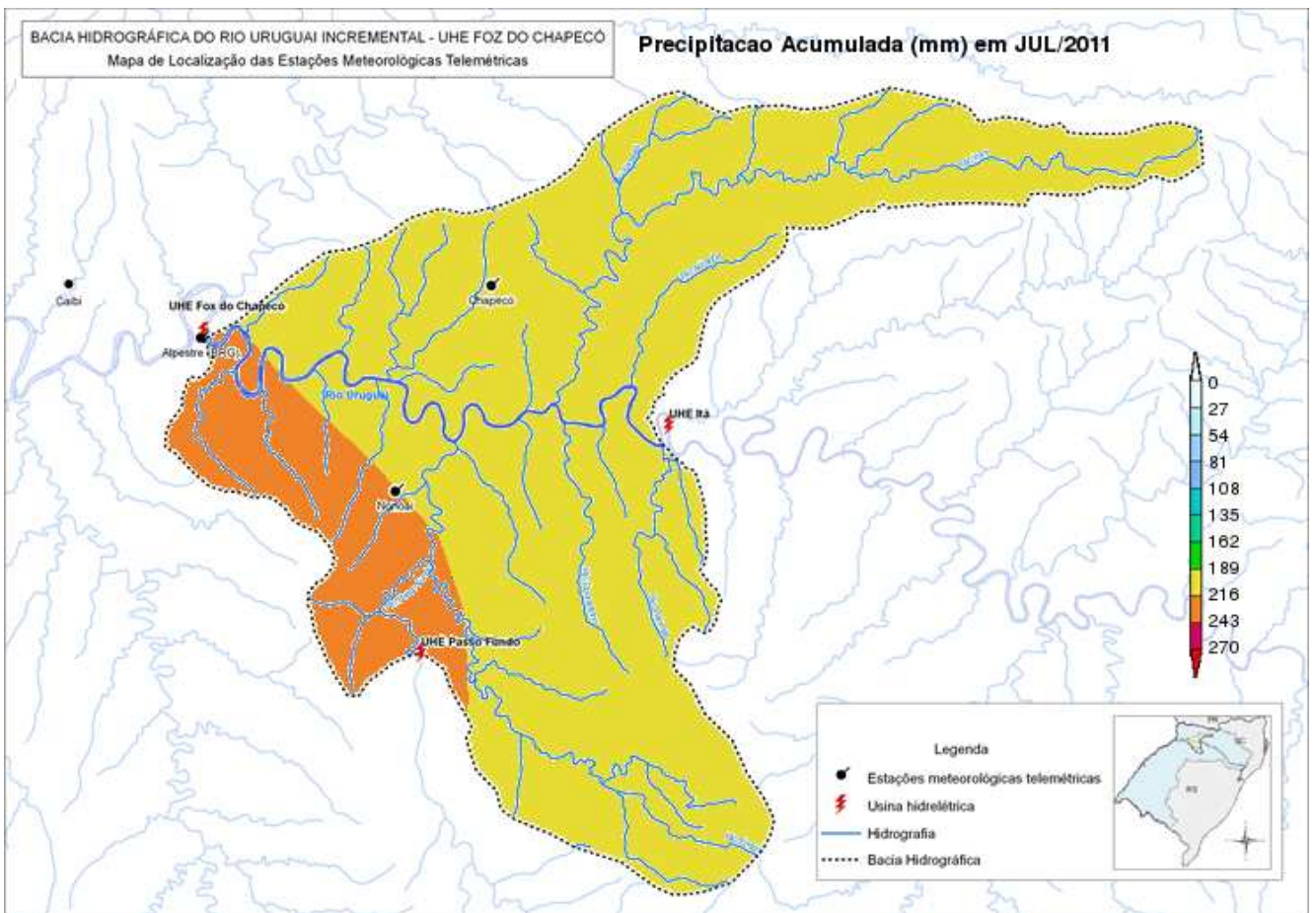
Figura 7- Distribuição espacial da precipitação no mês de junho/11



3.1.8 JULHO

No decorrer do mês de julho o tempo ficou bastante instável na área de influência da Usina e a precipitação foi relativamente bem distribuída (Figura 8), e acima da média climatológica (Tabela 3), especialmente forçada pelas chuvas do dia 17, por influência de uma frente fria.

Figura 8- Distribuição espacial da precipitação no mês de julho/11

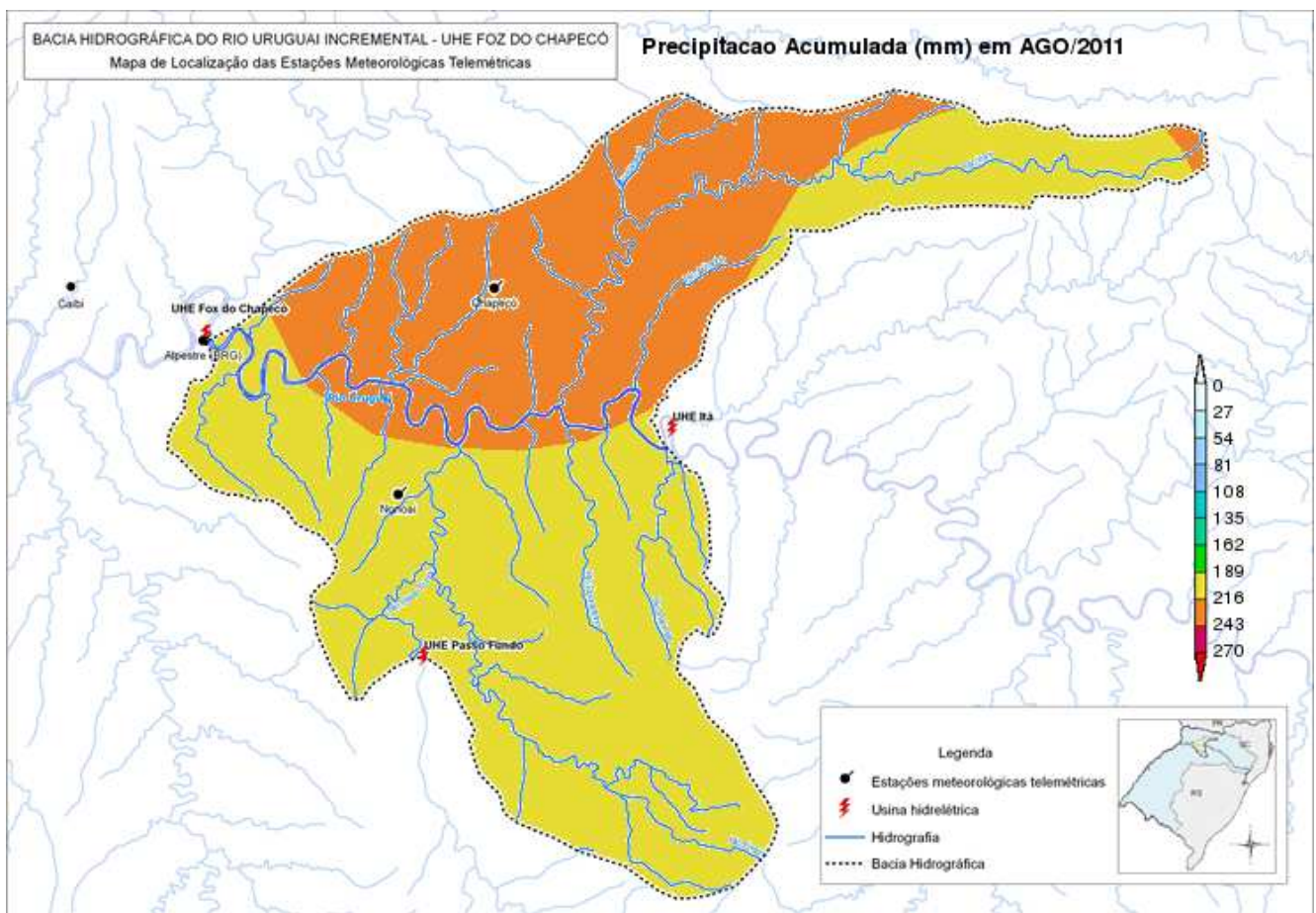


### 3.1.9 AGOSTO

No decorrer do mês de agosto choveu fraco no início do mês, logo em seguida, entre os dias 08 e 09 choveu forte, mas o tempo ficou mais instável na segunda quinzena, com presença de muita nebulosidade, umidade elevada e chuvas mais freqüentes, inclusive com eventos de chuva forte; resultando em totais mensais acima da média, conforme a Tabela 3.

De acordo com a Figura 9 choveu mais ao norte da área de influência da Usina, indicativo do efeito do relevo na ativação das instabilidades.

**Figura 9- Distribuição espacial da precipitação no mês de agosto/11**



## 4 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2010 A AGOSTO DE 2011

### 4.1 TEMPERATURA

No período analisado, as temperaturas ficaram acima da média em quase toda área de influência da Usina. As anomalias positivas foram maiores nas estações meteorológicas da Barragem Foz do Chapecó e Caibi. Em Chapecó, as temperaturas ficaram mais equilibradas e em Nonoai, as anomalias negativas predominaram, conforme a Tabela 9.

O período analisado abrange o comportamento das temperaturas no verão, outono e parte do inverno. No decorrer dos meses de verão as temperaturas se mantiveram com pouca variação, apresentando uma queda significativa entre os dias 13 e 14 de dezembro (Figura 10) por influência de um sistema de alta pressão que se deslocou do norte da Argentina para o sul do Brasil. A partir da segunda quinzena de março é verificada uma diminuição gradual nas temperaturas, devido à maior inclinação dos raios solares em relação ao verão. As maiores amplitudes térmicas foram registradas a partir de maio (Figura 10) devido à atuação de massas de ar frias e secas no sul do Brasil, que ganharam intensidade em direção ao inverno. Conforme as Tabelas 5 e 7 é verificado que as anomalias positivas das temperaturas mínimas foram mais expressivas em relação as máximas. Isso significa que ao amanhecer, as temperaturas ficaram mais elevadas que o normal, indicando a presença de mais umidade. Como houve predomínio de anomalias positivas das máximas, há indicativo que as tardes ficaram mais secas. Ou seja, de modo geral, as manhãs ficaram mais úmidas e as tardes mais secas. Entre as estações analisadas Barragem Foz do Chapecó e Caibi foram as que apresentaram maiores variações das temperaturas. Isso mostra que apesar das manhãs estarem mais quentes pelo efeito da maior quantidade de umidade no ar, as tardes também ficaram mais quentes, reflexo de menor umidade e de maior entrada de radiação solar na área (Tabela 5 e 7).

**Tabela 4- Média mensal da temperatura máxima diária (°C) no período de dezembro de 2010 a agosto de 2011.**

Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	27,7	29,6	28,0	27,6	25,8	21,1	18,7	20,3	20,6
Barragem Foz do Chapecó	30,1	32,3	30,1	29,3	27,1	22,6	19,4	21,2	22,4
Caibi	29,3	31,6	29,9	29,5	27,3	23,0	19,9	21,2	22,8
Nonoai	28,2	30,1	28,2	27,9	26,1	21,4	18,4	20,1	20,7

**Tabela 5– Anomalia da temperatura máxima diária (°C) no período de dezembro de 2010 a agosto de 2011.**

Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	-0,8	0,4	-0,6	-0,4	0,8	-0,2	-1,2	0,4	-1,3
Barragem Foz do Chapecó	1,6	3,1	1,5	1,3	2,1	1,3	-0,5	1,3	0,5
Caibi	0,8	2,4	1,3	1,5	2,3	1,7	0,0	1,3	0,9
Nonoai	-0,3	0,9	-0,4	-0,1	1,1	0,1	-1,5	0,2	-1,2

**Tabela 6– Média mensal da temperatura mínima diária (°C) no período de dezembro de 2010 a agosto de 2011.**

Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	18,7	20,4	20,5	18,3	16,3	12,9	10,3	11,9	12,3
Barragem Foz do Chapecó	19,8	21,7	21,9	19,7	17,1	13,4	11,0	12,1	12,8
Caibi	19,1	21,0	21,5	19,0	16,2	12,6	10,4	11,3	12,6
Nonoai	17,7	20,2	20,1	17,6	14,9	11,3	9,2	10,5	11,1

**Tabela 7 - Anomalia da temperatura mínima diária (°C) no período de dezembro de 2010 a agosto de 2011.**

Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	0,8	1,6	2,0	0,6	1,3	1,1	-0,4	1,7	0,7
Barragem Foz do Chapecó	1,9	2,9	3,4	2,0	2,1	1,6	0,3	1,9	1,2
Caibi	1,2	2,2	3,0	1,3	1,2	0,8	-0,3	1,1	1,0
Nonoai	-0,2	1,4	1,6	-0,1	-0,1	-0,5	-1,5	0,3	-0,5

**Tabela 8- Média mensal da temperatura média diária (°C) no período de dezembro de 2010 a agosto de 2011.**

Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	22,8	24,2	23,3	22,6	20,6	16,5	14,1	15,6	16,2
Barragem Foz do Chapecó	24,3	25,7	24,8	23,9	21,2	17,2	14,6	15,8	17,2
Caibi	23,8	25,2	24,7	23,7	20,9	17,1	14,6	15,6	17,5
Nonoai	22,8	24,4	23,2	22,1	19,7	15,8	13,1	14,7	15,2

**Tabela 9– Anomalia da temperatura média diária (°C) no período de dezembro de 2010 a agosto de 2011.**

Estação	Dez/10	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11
Chapecó	-0,7	0,3	-0,2	0,0	0,9	0,4	-0,7	0,8	-0,3
Barragem Foz do Chapecó	0,9	1,8	1,3	1,3	1,5	1,1	-0,2	1,0	0,7
Caibi	0,4	1,3	1,2	1,1	1,2	0,9	-0,2	0,8	1,0
Nonoai	-0,6	0,5	-0,3	-0,5	0,0	-0,4	-1,7	-0,2	-1,3

**Figura 10– Temperatura Média Diária (°C)**



(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

## 4.2 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

O comportamento da pressão atmosférica no período analisado mostra pressões menores nos meses de verão e aumentando gradualmente em direção ao inverno. Essa condição é devido, em parte, ao efeito da radiação solar que é máxima no verão e vai diminuindo para o inverno e também pela intensificação gradual das massas de ar frio.

As variações mais abruptas foram devido à dinâmica dos sistemas atmosféricos que atuaram na área de influência da UHE. As pressões menores estão associadas à passagem ou formação de sistemas de baixa pressão como as baixas térmicas e cavados à superfície e as frentes frias. As pressões maiores são originadas pelo deslocamento de sistemas de alta pressão (Figura 11). A menor pressão registrada no período ocorreu na primeira quinzena de janeiro, devido à formação de uma baixa pressão no sul do Brasil (Figura 11) ressaltando que, por ser verão, as baixas pressões ficam mais profundas.

As pressões maiores registradas na área de influência foram em julho e agosto, devido à atuação de sistemas de alta pressão que avançaram do norte da Argentina para o sul do Brasil.

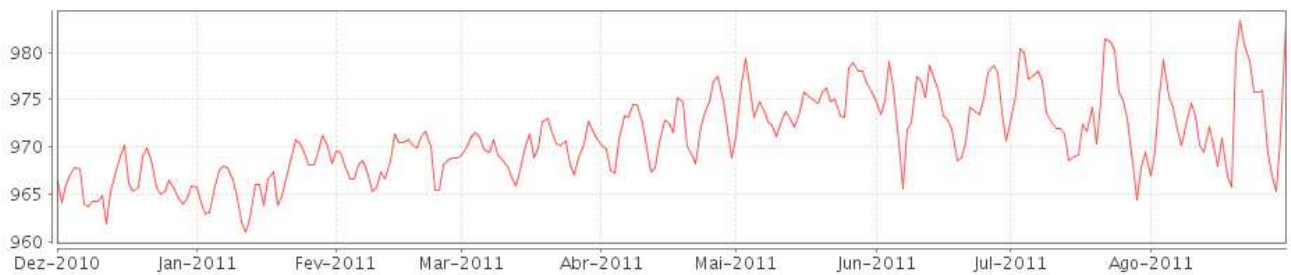
Normalmente, a partir da segunda quinzena de março os sistemas de alta pressão são mais intensos no sul do Brasil e provocam queda significativa nas temperaturas. Neste ano de 2011 os sistemas de alta pressão, com maior intensidade, avançaram para a Região Sul somente a partir de maio, onde foi verificado maiores variações nas condições de temperatura e umidade, principalmente.

A diferença de pressão verificada nas quatro estações meteorológicas analisadas foi devido à variação de altitude das referidas estações, conforme Tabela 1. Normalmente a pressão atmosférica diminui 1 hPa para cada 9 metros de altitude. Assim, entre a estação Barragem Foz do Chapecó com 356 metros e Chapecó com 687 metros houve uma maior diferença, conforme a Figura 11.

**Figura 11– Pressão Atmosférica Média Diária (hPa)**



(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai



### 4.3 UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)

O período analisado apresentou umidade elevada em todas as estações meteorológicas (Tabela 10 e Figura 12). Ressalta-se que a umidade relativa do ar acima dos 90% indica ar com muito vapor d'água e essa condição foi muito freqüente ao amanhecer e tornou-se mais elevada quando havia tempo instável, com muita nebulosidade e chuva na área de influência da UHE. Na maioria dos casos de tempo chuvoso, a umidade não baixou dos 90% diariamente. Embora a precipitação tenha ocorrido de maneira irregular, em parte do período analisado, não se verificou umidade muito baixa, ou seja, com valores inferiores a 40% no período da tarde. Essa condição significa que mesmo nos dias de tempo estável, sem chuva e com pouca nebulosidade, a umidade relativa do ar foi elevada ao amanhecer e se manteve em declínio durante à tarde, porém, apresentando poucos casos onde a UR ficou em níveis críticos abaixo de 40% (Tabela 10).

Há duas condições para justificar esse comportamento da UR; a evaporação local e principalmente o ingresso de umidade transportada do Atlântico Norte, em especial da Amazônia, para o sul do Brasil.

De acordo com a Tabela 10, valores de umidade entre 90% e 100% são mais freqüentes em Barragem Foz do Chapecó, Caibi e Nonoai. Em Chapecó a UR é mais equilibrada, onde os valores máximos são distribuídos a partir de 80% (Tabela 10). Essa condição reflete o comportamento da umidade máxima que ocorre geralmente ao amanhecer. Entretanto é verificado equilíbrio em todas as estações, quando os percentuais de umidade ficam abaixo de 80%, indicando que o efeito local se destaca somente no início do dia e é uma condição que predomina em toda área de influência da Usina.

**Tabela 10– Freqüência da Umidade Relativa do Ar**

Umidade (%)	Chapecó	Barragem Foz do Chapecó	Caibi	Nonoai
Até 30	0,2	0,2	0,2	0
30 a 40	1,1	0,5	0,8	0,4
40 a 50	3,1	2,1	2,8	2,0
50 a 60	8,7	6,5	7,7	5,6
60 a 70	13,9	11,4	11,2	10,7
70 a 80	18,4	13,1	11,9	14,6
80 a 90	24,3	18,2	17,6	19,0
90 a 100	30,4	48,0	47,8	47,6

**Figura 12– Umidade do Ar Média Diária (%)**



**(a) Barragem Foz do Chapecó**



**(b) Caibi**



**(c) Chapecó**

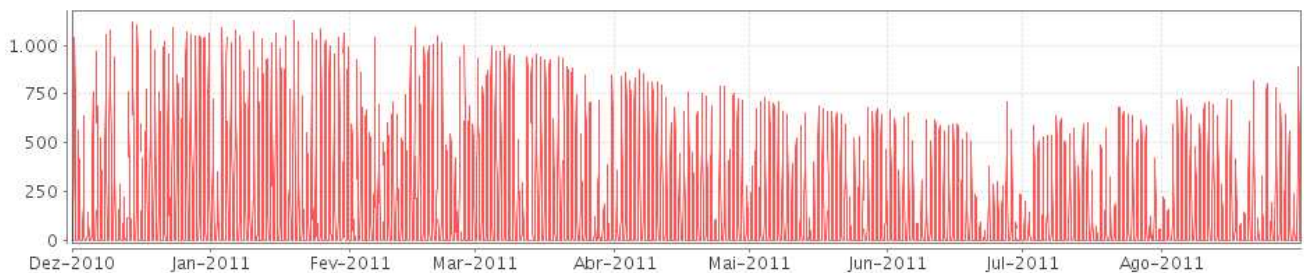


**(d) Nonoai**

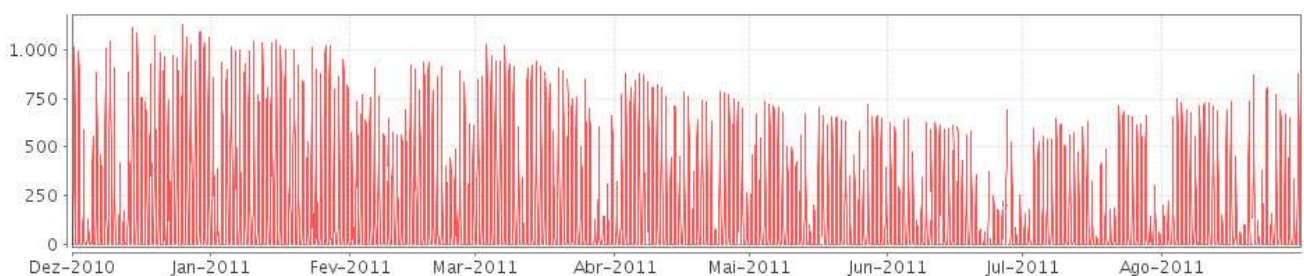
#### 4.4 RADIAÇÃO MÉDIA (W/m<sup>2</sup>)

A radiação solar varia conforme a estação do ano; é máxima no verão e mínima no inverno. No período analisado houve uma diminuição gradual da radiação média registrada, tornando os dias mais curtos, conforme mostra a Figura 13. Em dezembro, em média, o sol nasceu, em Chapecó, às 05h40min e se pôs às 19h00min e em agosto, nasceu às 07h00min e se pôs às 18h10min. Portanto, entre dezembro e agosto o dia diminuiu em um pouco mais de 2 horas, resultando numa radiação média na área de influência da Usina de 244W/m<sup>2</sup> em dezembro e 139W/m<sup>2</sup> em agosto (Figura 13). A nebulosidade é um fator que interfere na radiação; nos dias de muitas nuvens é mínima e quando há poucas nuvens, máxima. Nos meses analisados é verificado que os dias em que a radiação foi reduzida existia muita nebulosidade e quase sempre acompanhada de precipitação, conforme dados de precipitação diária (Figura 15 - anexa).

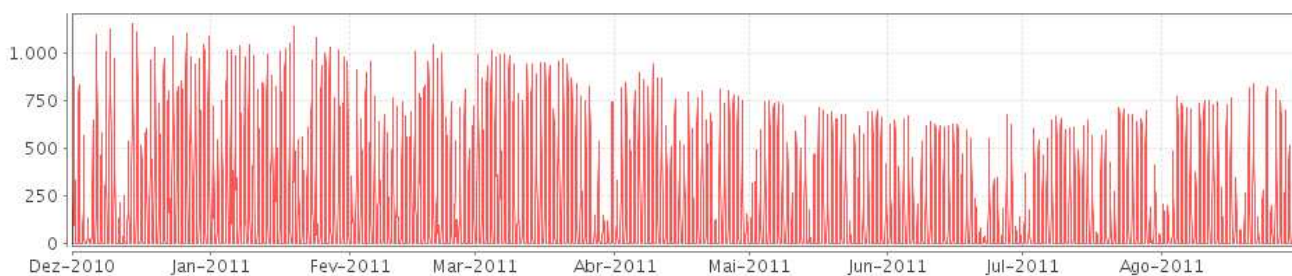
Figura 13- Radiação Média (W/m<sup>2</sup>)



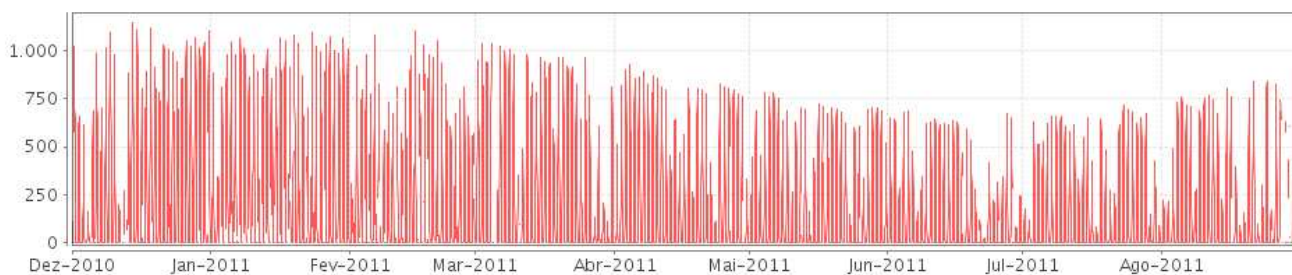
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

## 4.5 VENTO MÉDIO

Os ventos predominantes nas estações meteorológicas foram de leste/nordeste (Tabela 11 e 12), e correspondem a climatologia dos ventos em todo o oeste catarinense e norte gaúcho. Esse fluxo é oriundo do Anticiclone Semi-fixo do Atlântico Sul (ASAS), que origina ventos predominantes de leste a norte para todo o sul do Brasil. As demais freqüências (outros quadrantes), especialmente de oeste a sudeste, são originadas pelo deslocamento dos Anticiclones Polares pela região Sul do Brasil, após a passagem de sistemas de baixa pressão, principalmente de frentes frias. Os ventos, em quase todas as estações meteorológicas, foram fracos; predominando calmarias e brisas de até 10km/h e foram um pouco mais intensos na estação de Chapecó, onde predominaram ventos de 10 a 20km/h. Diariamente, 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 20km/h. Ventos médios mais fortes, acima de 20km/h foram mais raros, conforme a Tabela 12.

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

Estação	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste
Bar. Foz do Chapecó	2,5	20,2	44,5	9,4	3,5	9,4	8,3	2,2
Chapecó	18,4	19,4	28,5	8,0	4,5	6,6	5,9	8,7
Caibi	5,3	32,7	20,7	8,4	6,3	12,3	9,1	5,2
Nonoai	7,7	12,5	35,3	21,1	5,8	4,3	5,8	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	121	979	1981	471	188	505	433	108	4786
10 - 20	38	342	933	140	40	114	107	36	1750
20 - 30	5	6	7	4	0	1	5	0	28
30 - 40	0	0	0	1	0	0	0	0	1
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
	164	1327	2921	616	228	620	545	144	6565

(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	258	2039	1341	531	370	646	451	280	5916
10 - 20	80	99	10	17	41	152	134	63	596
20 - 30	9	1	0	0	0	6	8	0	24
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
	347	2139	1351	548	411	804	593	343	6536

(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	434	826	654	209	179	230	161	186	2879
10 - 20	628	441	1110	287	103	196	196	266	3227
20 - 30	131	7	109	29	14	10	30	110	440
30 - 40	19	0	1	1	1	1	4	10	37
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
	1212	1274	1874	526	297	437	391	572	6583

(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	225	575	1474	887	180	149	223	211	3924
10 - 20	242	213	726	394	167	113	140	212	2207
20 - 30	18	2	24	43	18	9	4	42	160
30 - 40	1	0	1	2	1	0	0	0	5
40 - 50	1	0	0	0	0	0	0	0	1
50 - 60	0	0	0	0	1	0	0	0	1
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
	487	790	2225	1326	367	271	367	465	6298

(d) Nonoai

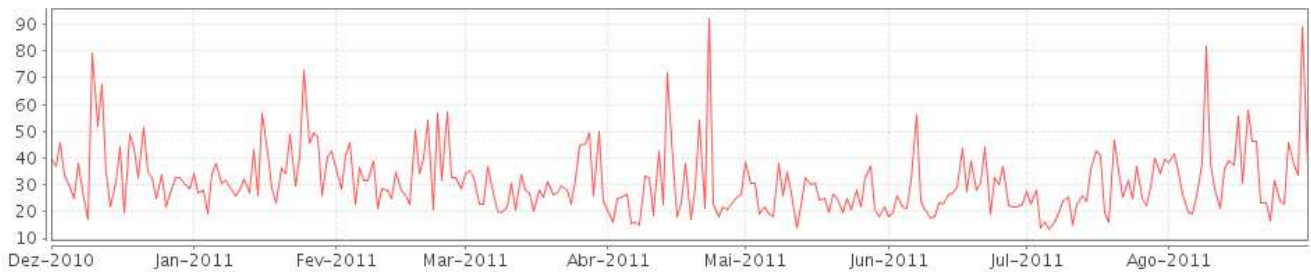
## 4.6 VENTO MÁXIMO

Os ventos máximos, que caracterizam rajadas, são ventos que sopram com força muito oscilante e que superam em 20km/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 100km/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.

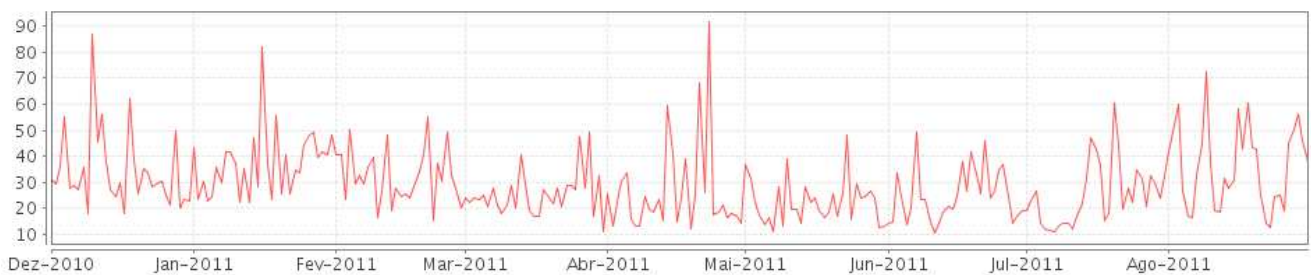
Considerando a força dos ventos acima de 55Km/h, classificada pela escala Beaufort como “muito forte”, e que já causa, segundo a mesma escala, algum dano como quebra de galhos das arvores, é verificado que ocorreu em diversas ocasiões na área de influência da UHE Foz do Chapecó (Figura 14).

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

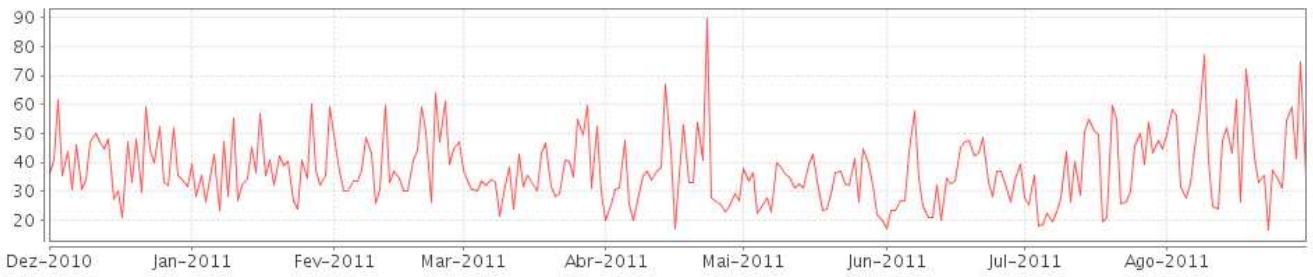
**Figura 14- Vento Máximo Diário (km/h)**



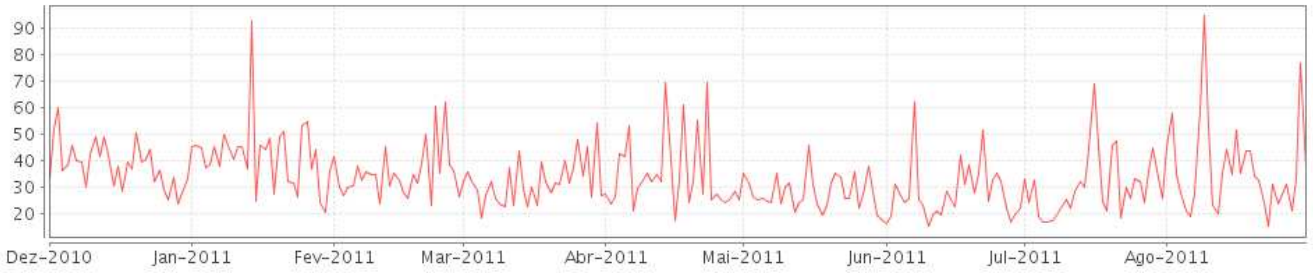
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai



## 5 CONCLUSÃO

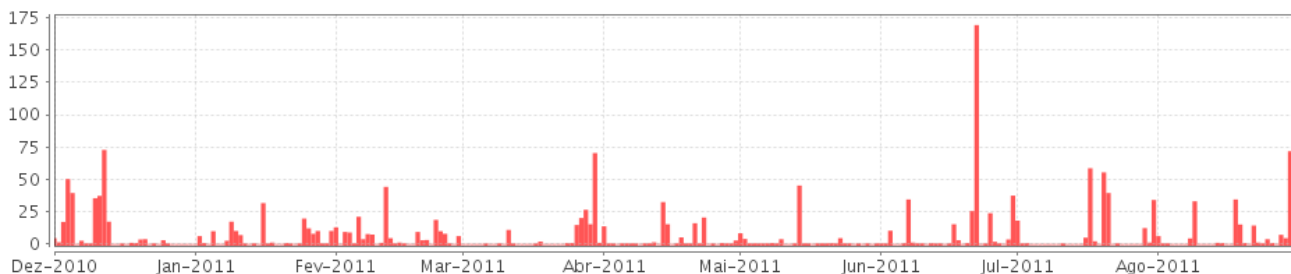
A análise dos elementos do clima das estações meteorológicas de Barragem Foz do Chapecó, Caibi, Chapecó e Nonoai aponta similaridade entre todas as variáveis. No decorrer do período foram verificados problemas eletrônicos no sensor de precipitação em Nonoai e Caibi, inviabilizando parcialmente a análise deste parâmetro meteorológico. 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 de tempo distintas como chuva intensa e ventos fortes em determinadas localidades.

As chuvas ocorreram com muita irregularidade, no espaço e no tempo, em todas as estações meteorológicas analisadas. Choveu acima da média em dezembro, março, junho, julho e agosto, e abaixo em janeiro, abril e maio. Considerando as estações com dados completos, o total de precipitação superou a média do período 585,6mm em Chapecó e 209,4mm em Barragem Foz do Chapecó. A irregularidade das chuvas na área de influência da Usina teve como uma das causas o fenômeno La Niña e a ocorrência de bloqueios que mantiveram o tempo instável na área de influência da Usina com eventos de chuva persistentes, e às vezes com forte intensidade.

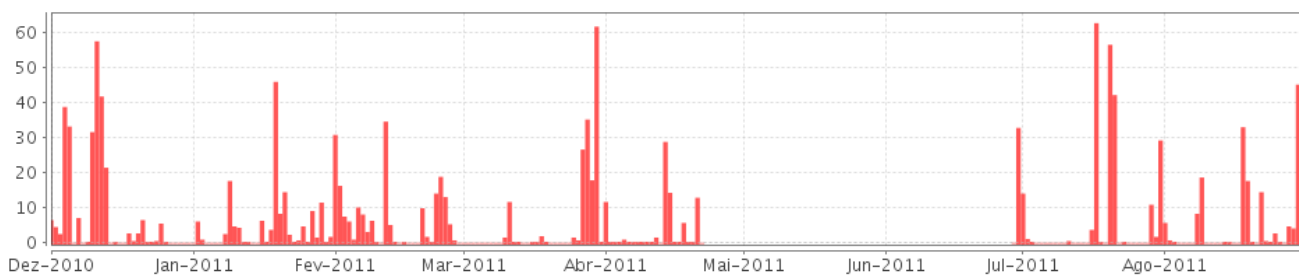
As temperaturas apresentaram variações sazonais devido à diminuição da radiação solar de verão para o inverno. A partir do mês de maio as amplitudes térmicas ficaram mais expressivas por influência das massas de ar que provocaram maiores variações entre as temperaturas mínimas e máximas. Com relação às condições climáticas foram verificadas temperaturas médias mensais acima do normal, especialmente em Barragem Foz do Chapecó e Caibi. Essa condição pode ser explicada pela pouca intensidade de sistemas de alta pressão que trouxeram menos frio para a área de influência da UHE Foz do Chapecó, mas também e principalmente pelo comportamento da umidade do ar. A umidade elevada do ar ao amanhecer fez com que não ocorresse a perda radiativa de ondas longas, mantendo as temperaturas mínimas mais elevadas. Porém, no decorrer da tarde, o ar ficou mais seco do que o normal fazendo com que as temperaturas máximas ficassem também elevadas. Essa condição de umidade elevada ao amanhecer está mais associada às condições diárias de tempo do que por influência da formação do lago, mesmo porque o ar não permaneceu muito úmido no decorrer do dia e chegou com certa frequência a valores inferiores a 50% no período da tarde. Com relação aos ventos, sopraram de nordeste/leste, direções normais para a área. A intensidade média ficou dentro da normalidade. As rajadas mais fortes registradas foram devido a instabilidades que também são ocasionais e normais para toda a área de influência da UHE Foz do Chapecó.

6 ANEXO

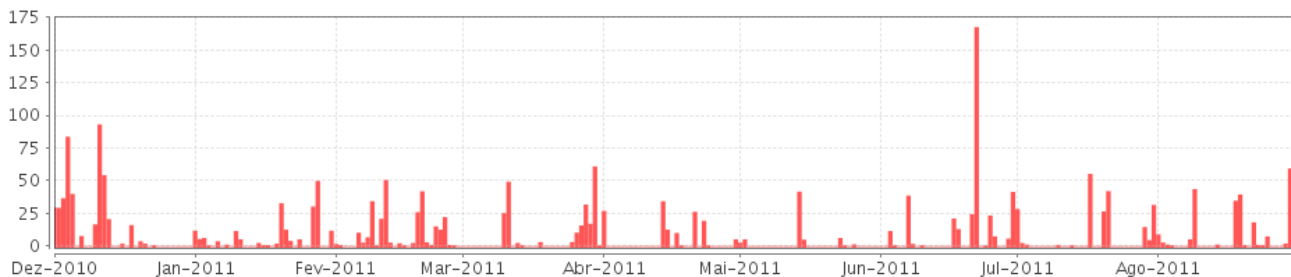
Figura 15- Precipitação - Soma Diária (mm)



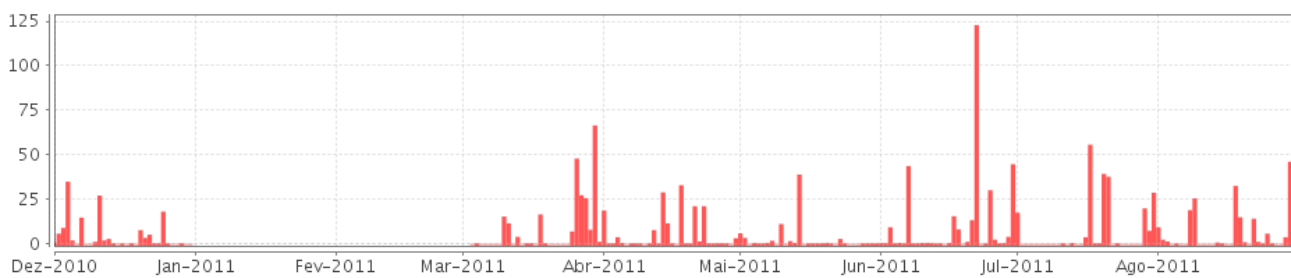
(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai