

Foz do Chapecó

Foz do Chapecó Energia S.A.



RELATÓRIO TÉCNICO SEMESTRAL

Contrato **CEFC-0087/2007**

Período: MAR/12 A AGO12

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

EQUIPE TÉCNICA:

Maurici Amantino Monteiro, Dr. Climatologia
Marianna Tiemi Harakawa, Geógrafa
Luís 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, setembro de 2012

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	6
3	ANALISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012	7
3.1	PRECIPITAÇÃO	7
3.1.1	MARÇO.....	9
3.1.2	ABRIL.....	10
3.1.3	MAIO.....	11
3.1.4	JUNHO.....	12
3.1.5	JULHO.....	13
3.1.6	AGOSTO.....	14
4	ANALISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2012	15
4.1	TEMPERATURA	15
4.2	PRESSÃO ATMOSFÉRICA	18
4.3	UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)	20
4.4	RADIAÇÃO MÉDIA (MW/M ²)	22
4.5	VENTO MÉDIO	24
4.6	VENTO MÁXIMO	26
5	CONCLUSÃO.....	29
6	ANEXO	30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE MARÇO/12.....	9
FIGURA 2- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE ABRIL/12	10
FIGURA 3- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE MAIO/12	11
FIGURA 4- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JUNHO/12	12
FIGURA 5- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JULHO/12.....	13
FIGURA 6- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE AGOSTO/12.....	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 (MW/M ²)	23
FIGURA 11- VENTO MÁXIMO DIÁRIO (KM/H).....	27
FIGURA 12- PRECIPITAÇÃO - SOMA DIÁRIA (MM)	30

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 MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012	8
TABELA 3- ANOMALIA MENSAL DE PRECIPITAÇÃO (MM) DO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012	8
TABELA 4- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012. ...	16
TABELA 5- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012.	16
TABELA 6- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012. ...	16
TABELA 7 - ANOMALIA DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012.	17
TABELA 8- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012.	17
TABELA 9- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012.	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.....	25

1 INTRODUÇÃO

Neste monitoramento climatológico semestral, relativo ao período de março de 2012 a agosto de 2012, 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 e, em seguida correlacionando 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 março de 2012 a agosto de 2012 foi realizada visita de manutenção nas estações de Barragem Foz do Chapecó, Caibi, Chapecó e Nonoai (Tabela 1), conforme descrição abaixo.

CHAPECÓ

27/03/12 - Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

30/05/12 - Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

16/07/12 - Inspeção preventiva contratual. Foi roçado dentro e fora do cercado. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

BARRAGEM FOZ DO CHAPECÓ

25/04/12 - Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

12/06/12 - Inspeção preventiva contratual. Foi roçado dentro e fora do cercado. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

08/08/12 - Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

CAIBI

25/04/12 - Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

12/06/12 - Inspeção preventiva contratual. Foi roçado dentro e fora do cercado. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

08/08/12 - Inspeção preventiva normal. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

NONOAI

08/03/12 - Cercado e portão do cercado da estação foram roubados. Dados coletados, sensores limpos, testados e ajustados.

14/05/12 - Foi reinstalada a tela do cercado e portão que haviam sido furtados.

03/07/12 - Inspeção preventiva contratual. Foi roçado dentro e fora do cercado. Dados coletados, sensores e equipamentos limpos testados e ajustados.

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 MARÇO DE 2012 A AGOSTO DE 2012

3.1 PRECIPITAÇÃO

No período analisado, março a agosto de 2012, foi verificada anomalias nas condições de tempo na área de influência da Usina Hidrelétrica, ocorrendo mais estabilidade do que o normal, devido às interferências do fenômeno La Niña e principalmente de bloqueios atmosféricos. Com isso, os sistemas de alta pressão predominaram e mesmo assim, menos intensos. Os sistemas de tempo instável, como o processo convectivo no mês de março e as frentes frias, no outono e inverno, ficaram mais enfraquecidos, ocasionando chuvas irregulares e menos volumosas em toda área.

Os meses de março, maio, junho e agosto apresentaram chuvas abaixo da média climatológica e somente nos meses de abril e julho choveu acima. O déficit de chuvas ocorreu em toda área de influência da Usina e o maior foi verificado em Caibi, com 327,6 mm e o menor, em Nonoai, com 240,0 mm, conforme a Tabela 3. Ressalta-se que foram considerados 20 mm a mais no mês de maio em Nonoai, tendo por base as chuvas registradas nas vizinhanças, quando houve problemas técnicos naquele pluviômetro.

É importante salientar que cada milímetro de precipitação a menos corresponde a um litro de água que um metro quadrado da superfície da terra deixou de receber.

No mês de março, na primeira quinzena, geralmente, ocorrem chuvas convectivas (típicas de verão), quase que diariamente, na área de influência da Usina. Neste março de 2012, o processo convectivo ficou enfraquecido, principalmente por efeito de um bloqueio atmosférico que ocorreu entre os dias 06 e 13. Na

segunda quinzena, as condições de tempo ficaram associadas à passagem de frentes frias, porém estas passaram com fraca intensidade sobre a área, ou seja, com menos nebulosidade e chuva em relação ao normal.

Em maio, junho e agosto houve muita estabilidade, com atuação mais persistente de sistemas de alta pressão. A estabilidade foi, por vezes, reforçada com a ocorrência de bloqueios atmosféricos que inibiram o avanço de sistemas produtores de chuva pelo sul do Brasil e deixaram os dias ensolarados e sem precipitação, na área de influência da Usina.

Entre os meses com déficit de precipitação, o mês de agosto foi recorde, pois os bloqueios atmosféricos mantiveram o tempo muito estável na maior parte do sul do Brasil, principalmente em Santa Catarina e Paraná. Na área de influência da Usina, praticamente não choveu. Conforme a Tabela 2, em Chapecó foi registrado apenas 1,4 mm em 31 dias, apresentando um déficit de 132 mm (Tabela 3).

As chuvas ficaram acima da média somente nos meses de abril e julho (Tabela 3). Em abril, ocorreram seis eventos de chuvas significativas, na área, e as instabilidades associadas a cada evento teve como reforço uma baixa pressão atmosférica que se encontrava no norte da Argentina (Baixa do Chaco). O mês de julho iniciou sob influência de um bloqueio atmosférico que manteve as condições de tempo estáveis na área, porém no decorrer do mês, as instabilidades começaram a ficar mais intensas, devido ao reforço obtido através dos jatos em médios e altos níveis da atmosfera (ventos fortes em altitude), além de um vórtice ciclônico.

Tabela 2- Total mensal de precipitação (mm) do período de março de 2012 a agosto de 2012

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	81,0	193,2	45,6	101,0	177,8	1,4
Barragem Foz do Chapecó	71,6	188,8	36,2	110,4	202,0	10,6
Caibi	55,6	193,0	35,8	100,4	186,6	10,8
Nonoai	102,8	193,8	20,2*	150,4	214,8	7,8

*dado duvidoso/falha no sensor

Tabela 3- Anomalia mensal de precipitação (mm) do período de março de 2012 a agosto de 2012

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	-44,8	26,9	-120,9	-62,3	23,3	-132,0
Barragem Foz do Chapecó	-54,2	22,5	-130,3	-52,9	47,5	-122,8
Caibi	-70,2	26,7	-130,7	-62,9	32,1	-122,6
Nonoai	-23,0	27,5	-146,3*	-12,9	60,3	-125,6

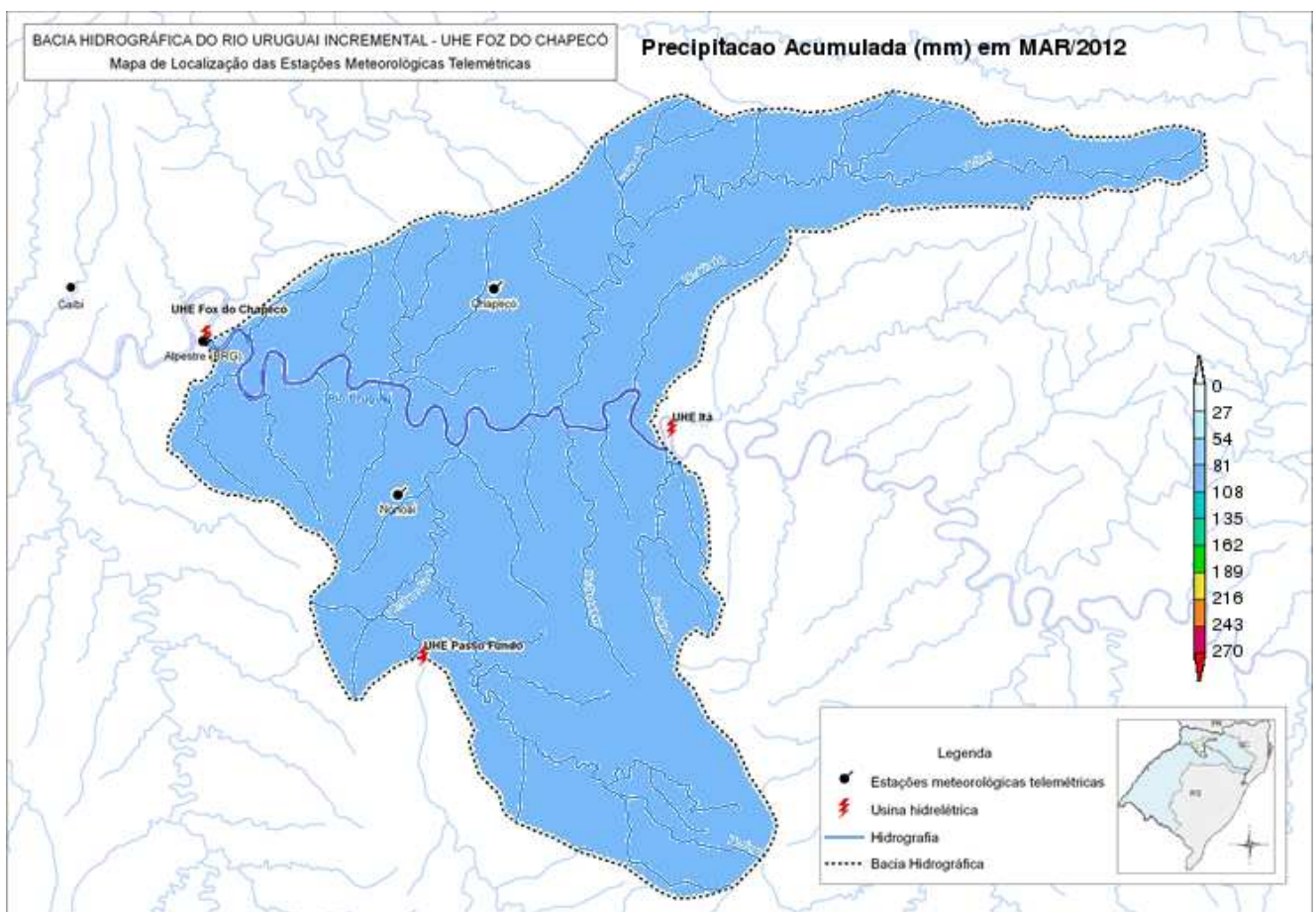
*dado duvidoso/falha no sensor

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 MARÇO

No decorrer do mês de março predominaram condições de estabilidade no sul do Brasil. Foram vários dias sob domínio do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS) e de sistemas de alta pressão procedentes de maiores latitudes. Essas condições de estabilidade tiveram como forçantes o fenômeno La Niña e um bloqueio atmosférico ocorrido entre os dias 05 e 12. O processo convectivo, responsável pela maior parte das chuvas de verão e atuante na primeira quinzena do mês, praticamente não ocorreu. As instabilidades verificadas foram influenciadas apenas por frentes frias, mesmo assim de fraca intensidade, com distribuição homogênea nos totais de chuva em toda área, conforme a Figura 1.

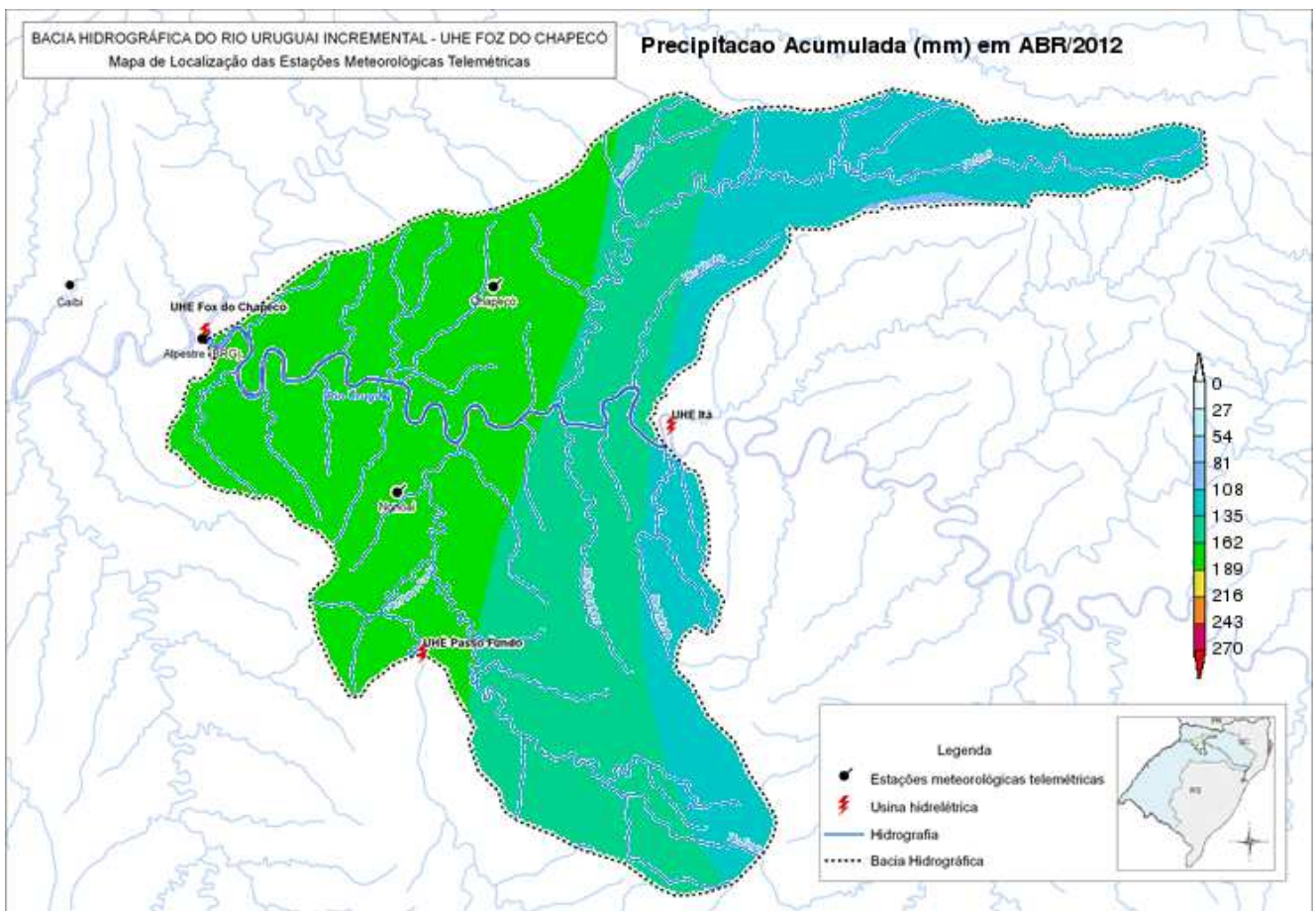
Figura 1- Distribuição espacial da precipitação no mês de março/12



3.1.2 ABRIL

A precipitação foi bem distribuída no decorrer do mês e ficou acima da média climatológica, conforme a Tabela 3. Foram seis eventos de chuva, tendo como forçante na instabilidade a “Baixa do Chaco” que ao organizar as instabilidades sobre o norte da Argentina, favoreceu maior acúmulo de precipitação no interior do sul do Brasil e em consequência na parte oeste da área de influência da Usina (Figura 2).

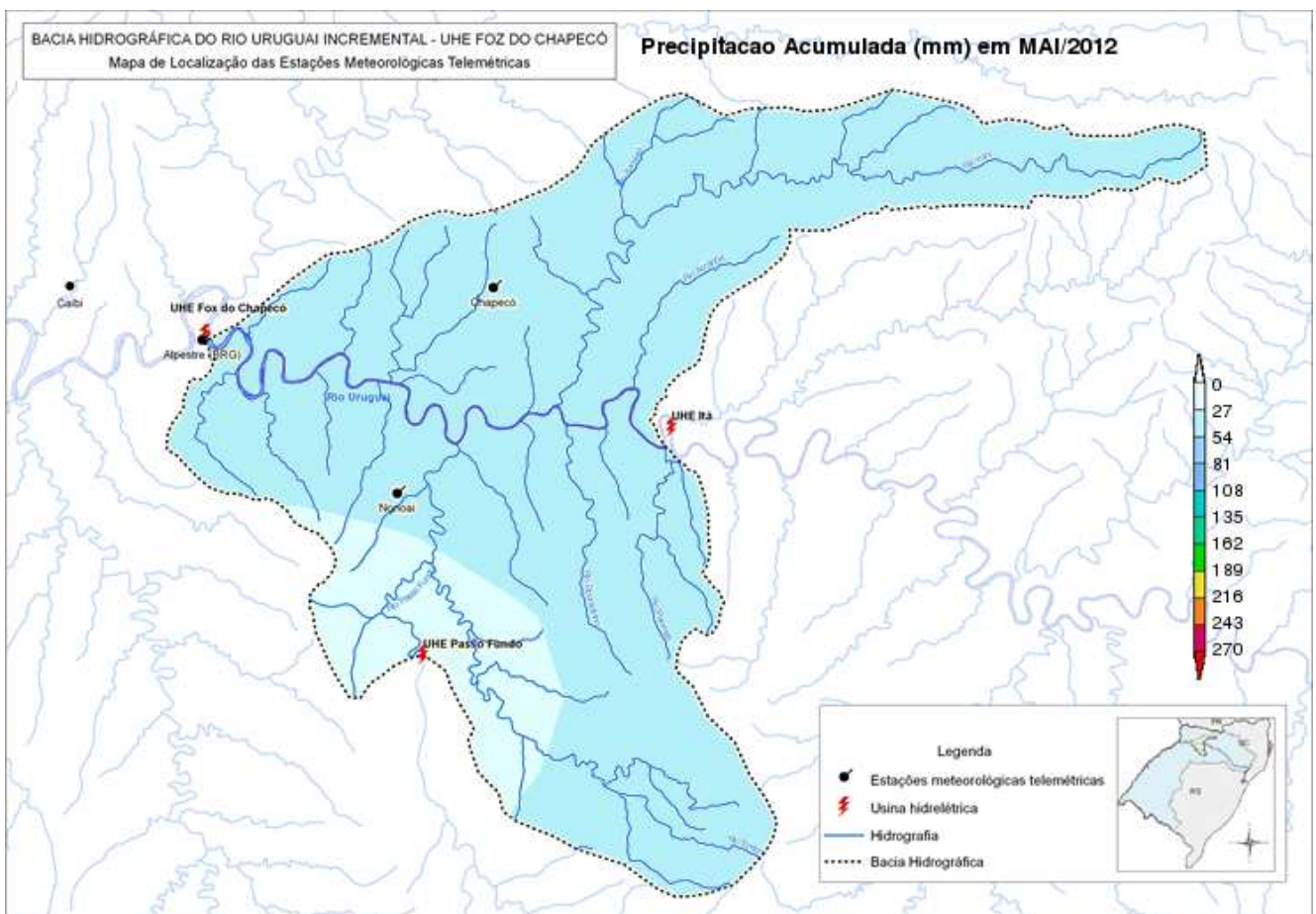
Figura 2- Distribuição espacial da precipitação no mês de abril/12



3.1.3 MAIO

A precipitação ficou concentrada na segunda quinzena do mês, conforme a Figura 12, anexa. Os totais mensais ficaram em torno de 35 a 45 mm (Tabela 2) e Figura 3, resultando em deficiência superior a 100 mm no decorrer do mês, na área de influência da Usina (Tabela 3).

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

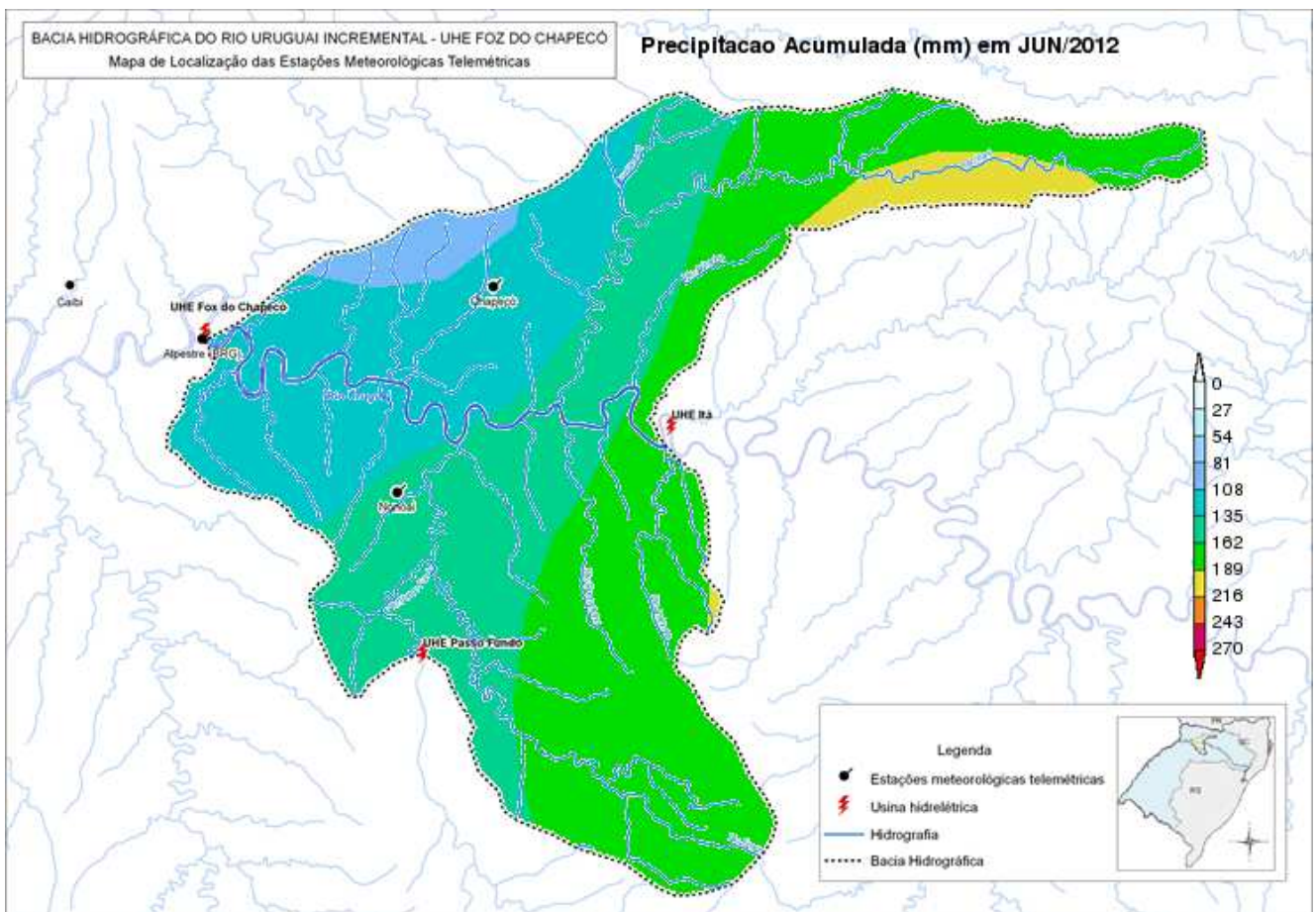


3.1.4 JUNHO

A precipitação foi bem distribuída nos primeiros 20 dias (Figura 12 – anexa). No final do mês predominaram as condições de estabilidade ocasionadas por um bloqueio atmosférico.

Especialmente a precipitação foi mais intensa no leste da área de influência da Usina (Figura 4), devido a maior atuação dos sistemas de tempo instável do centro ao leste do estado de Santa Catarina e também sobre o norte do Rio Grande do Sul, resultando em chuvas mais volumosas em Nonoai, conforme a Tabela 2.

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

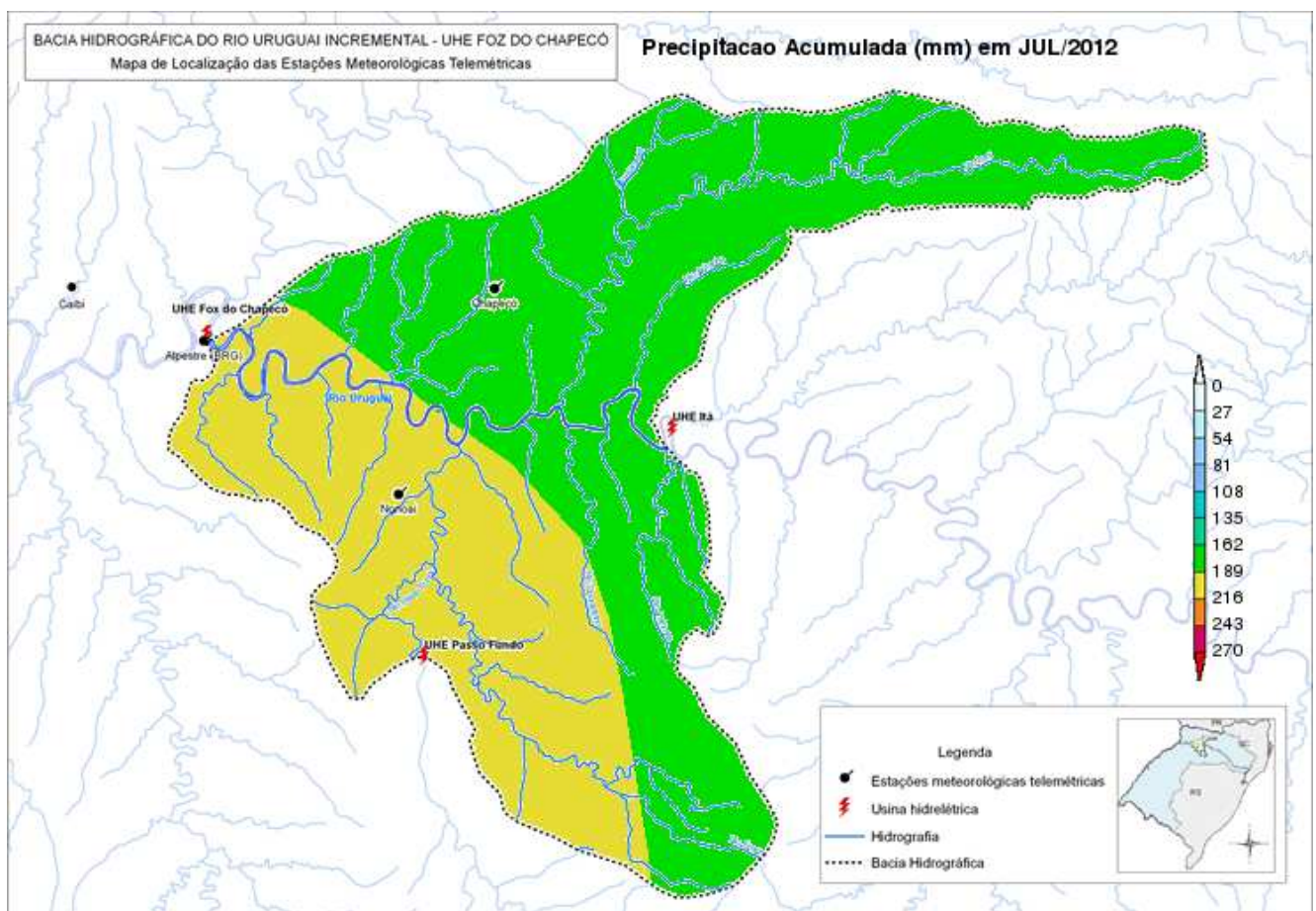


3.1.5 JULHO

A precipitação foi mais persistente no final do mês (Figura 12-anexa), devido à presença constante de frentes semi-estacionárias no litoral sul do Brasil e jatos em médios e altos níveis da atmosfera (ventos fortes em altitude).

Apesar da boa distribuição temporal, a precipitação não foi homogênea por toda área de influência da Usina, ficando com maiores volumes na parte sul, atingindo Nonoai, conforme totais mensais registrados nas estações meteorológicas (Tabela2). Esta condição foi devido à atuação diferenciada das instabilidades que passaram sobre a área. O resultado foi de chuva acima da média climatológica em toda área (Tabela 3).

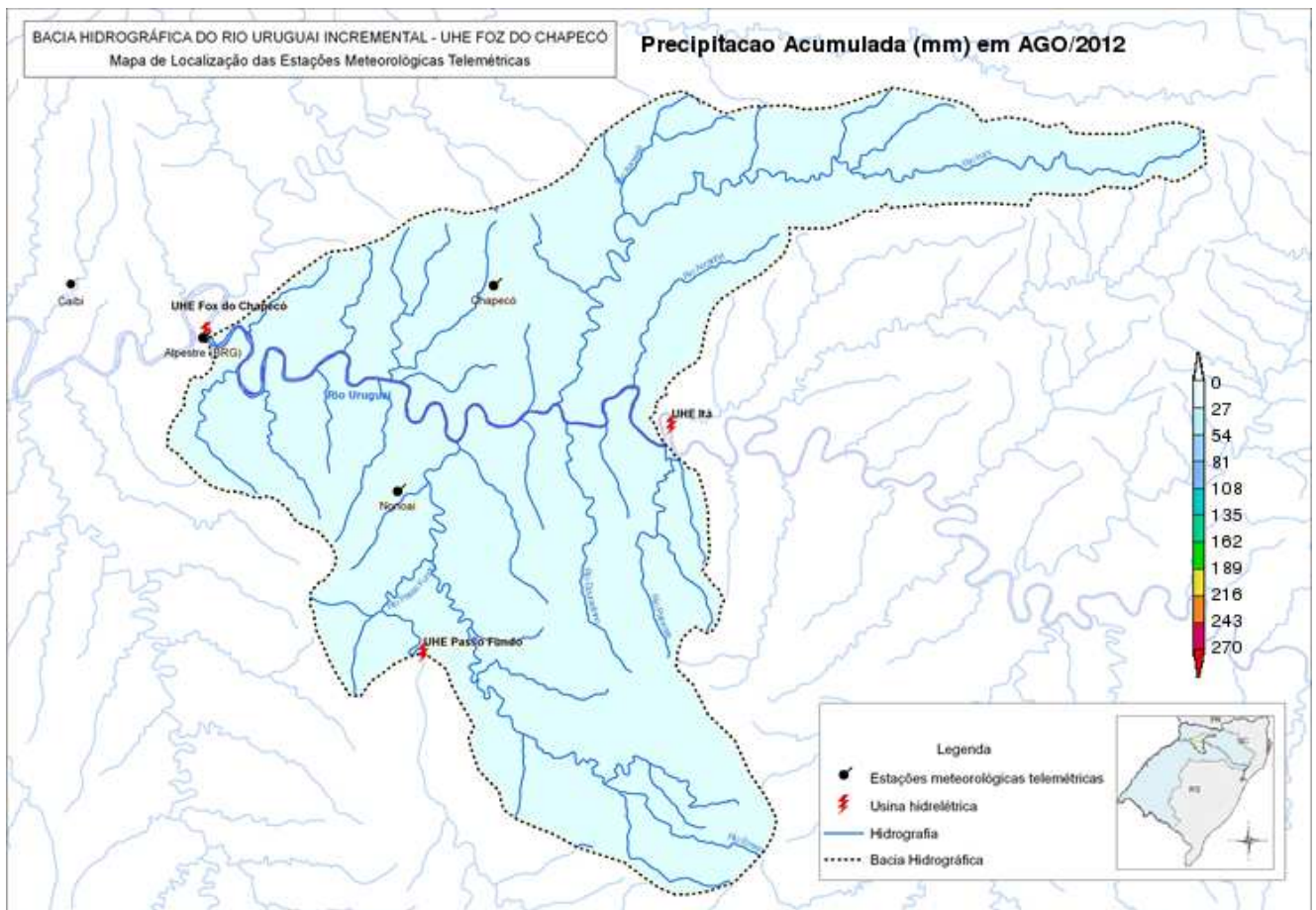
Figura 5- Distribuição espacial da precipitação no mês de julho/12



3.1.6 AGOSTO

No decorrer do mês de agosto ocorreu anomalia na dinâmica atmosférica no sul do Brasil, com predomínio de condições de estabilidade provocada por bloqueios atmosféricos. Esta condição forçou as frentes frias e outros sistemas de tempo instável a ficarem atuando com mais persistência sobre o Uruguai e o sul do Rio Grande do Sul. Com isso, o total mensal de precipitação registrado nas estações foi muito baixo (Tabela 2 e Figura 6), resultando em déficits superiores a 100 mm de chuva no mês, conforme a Tabela 3.

Figura 6- Distribuição espacial da precipitação no mês de agosto/12



4 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2012

4.1 TEMPERATURA

No período analisado, as temperaturas foram mais elevadas em março, devido a maior atuação das massas de ar tropicais. Entre abril e julho ficaram em declínio, em consequência do enfraquecimento das massas tropicais e da intensificação das polares (Tabela 8 e Figura 7). Esta condição está relacionada ao comportamento da inclinação solar; no verão os raios incidem mais verticalmente sobre o sul do Brasil e inclinam-se, gradualmente, no decorrer do outono.

Em agosto as temperaturas ficaram em pequena elevação, com valores médios semelhantes a junho, entretanto, neste mês de agosto de 2012, as temperaturas médias ficaram muito elevadas (Tabela 8) por influência dos bloqueios atmosféricos que inibiram o avanço de massas de ar frio de latitudes mais altas para o sul do Brasil. Além desta interferência em agosto, os bloqueios atmosféricos também modificaram o comportamento das temperaturas no período de março a julho, tornando-as mais elevadas, com predomínio de anomalias positivas, conforme as tabelas 5 e 7.

As anomalias negativas foram verificadas em Chapecó e Nonoai, sendo que em Nonoai a persistência foi maior, principalmente das mínimas (Tabelas 5 e 7), tendo em vista sua posição. Como esta estação está localizada no sul da área de influência da Usina, sofreu maior influência das massas de ar frio que passaram pelo Rio Grande do Sul. Esta condição é própria do fator latitudinal no efeito das temperaturas.

Além destes fatores de maior abrangência espacial, como bloqueios e massas de ar frio, o comportamento das condições climáticas de temperatura, na área de influência da Usina, está intimamente relacionado com as condições de tempo que se apresentaram na área. Nos dias de instabilidade, com presença de muitas nuvens, chuva e umidade elevada, as temperaturas variaram muito pouco; a mínima ficou mais elevada e a máxima mais baixa, com baixa amplitude térmica. Por outro lado, nos dias de tempo estável, com poucas nuvens, sem chuva e umidade mais baixa, a temperatura mínima ficou mais baixa e, com o ar mais seco, a amplitude térmica ficou alta e a temperatura subiu rapidamente durante o dia, com a máxima bem elevada.

De modo geral, a umidade do ar é mais elevada na madrugada e início da manhã e diminui no decorrer da tarde. Esse comportamento da umidade, quando em presença de estabilidade atmosférica, favorece a ocorrência de nevoeiros isolados e/ou nuvens muito baixa, entre a madrugada e início de manhã, inibindo a perda radiativa

e mantendo as temperaturas mínimas mais elevadas. No período de análise esta condição de tempo foi verificada ao longo da calha do rio Uruguai, atingindo os municípios ribeirinhos. Na área de influência da Foz de Chapecó a interferência desta condição de tempo pode ser verificada nas estações de Barragem Foz do Chapecó e Caibi, onde as anomalias de temperaturas mínimas (Tabela 7) ficaram positivas. As anomalias das máximas (Tabela 5) também ficaram positivas, indicando ar mais seco e com menos nebulosidade no período da tarde, pois com o céu desprovido de nuvens e com menos vapor de água, a insolação é máxima.

Chapecó foi a estação mais equilibrada, apresentando anomalias médias mais suaves em relação às outras estações meteorológicas (Tabela 9). A exceção foi o mês de agosto que apresentou anomalia positiva de 3,3°C, sendo forçada pelas temperaturas mínimas que ficaram bem mais elevadas (anomalia de 4,2°C) em relação às máximas (anomalia de 2,8°C), conforme as Tabela 5 e 7.

Tabela 4- Média mensal da temperatura máxima diária (°C) no período de março de 2012 a agosto de 2012.

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	28,8	24,6	22,1	19,9	18,9	24,7
Barragem Foz do Chapecó	31,3	26,4	24,4	21,7	20,6	27,0
Caibi	31,3	26,5	25,0	21,8	20,9	27,6
Nonoai	29,2	24,9	22,6	19,7	18,8	25,1

Tabela 5– Anomalia da temperatura máxima diária (°C) no período de março de 2012 a agosto de 2012.

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	0,8	-0,4	0,8	0,0	-1,0	2,8
Barragem Foz do Chapecó	3,3	1,4	3,1	1,8	0,7	5,1
Caibi	3,3	1,5	3,7	1,9	1,0	5,7
Nonoai	1,2	-0,1	1,3	-0,2	-1,1	3,2

Tabela 6– Média mensal da temperatura mínima diária (°C) no período de março de 2012 a agosto de 2012.

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	17,5	16,1	13,1	11,4	11,1	15,8
Barragem Foz do Chapecó	18,2	16,8	13,8	12,4	11,2	15,5
Caibi	17,3	16,3	13,1	11,8	10,6	15,7
Nonoai	15,9	14,5	11,3	10,0	9,2	14,0

Tabela 7 - Anomalia da temperatura mínima diária (°C) no período de março de 2012 a agosto de 2012.

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	-0,2	1,1	1,3	0,7	0,9	4,2
Barragem Foz do Chapecó	0,5	1,8	2,0	1,7	1,0	3,9
Caibi	-0,4	1,3	1,3	1,1	0,4	4,1
Nonoai	-1,8	-0,5	-0,5	-0,7	-1,0	2,4

Tabela 8- Média mensal da temperatura média diária (°C) no período de março de 2012 a agosto de 2012.

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	22,7	19,7	17,4	15,3	14,7	19,8
Barragem Foz do Chapecó	23,7	20,8	18,3	16,2	15,2	20,5
Caibi	23,7	20,7	18,4	16,2	15,2	21,0
Nonoai	21,8	19,1	16,5	14,5	13,8	18,9

Tabela 9– Anomalia da temperatura média diária (°C) no período de março de 2012 a agosto de 2012.

Estação	Mar/12	Abr/12	Mai/12	Jun/12	Jul/12	Ago/12
Chapecó	0,1	0,0	1,2	0,4	-0,1	3,3
Barragem Foz do Chapecó	1,1	1,1	2,2	1,4	0,4	4,0
Caibi	1,1	1,0	2,3	1,3	0,4	4,5
Nonoai	-0,8	-0,6	0,4	-0,4	-1,0	2,4

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, no período analisado, mostra pressões menores nos meses de março e aumentando gradualmente em direção a agosto. Essa condição foi devido, em parte, ao efeito da radiação solar que foi máxima em março e foi diminuindo para o mês de agosto e, também, pela intensificação das massas de ar frio do outono para o inverno (Figura 8).

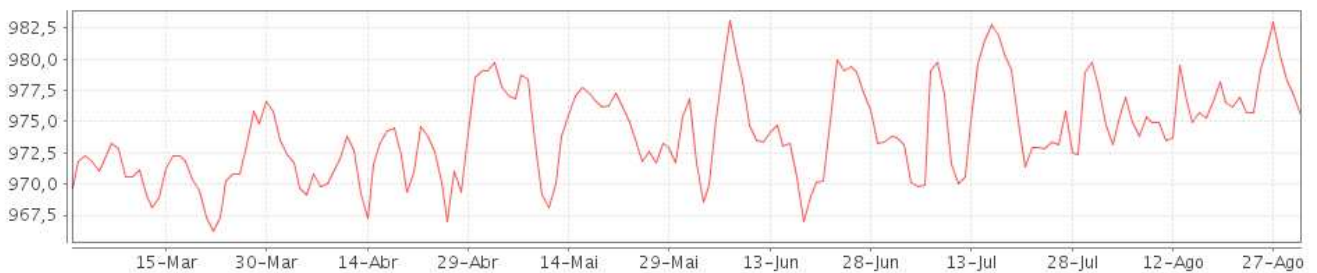
As variações mais abruptas foram devido à dinâmica dos sistemas atmosféricos que atuaram na área de influência da UHE Foz do Chapecó. As pressões menores ocorreram associadas à passagem ou formação de sistemas de baixa pressão e cavados à superfície e também as frentes frias. As pressões maiores foram originadas pelo deslocamento de sistemas de alta pressão pelo sul do Brasil, vindos de maiores latitudes.

De acordo com a Figura 8, as maiores variações de pressão atmosférica foram registradas entre maio e julho, em consequência da maior dinâmica entre as incursões de sistemas de alta pressão e passagem de sistemas de baixa pressão pelo sul do Brasil. As menores variações ocorreram sob influência de bloqueios atmosféricos, com destaque para o mês de agosto. Neste mês normalmente ocorrem oscilações bastante significativas e, neste ano de 2012 estas foram modestas (Figura 8), tendo em vista o enfraquecimento dos sistemas atmosféricos, tanto de baixa quanto de alta pressão, em consequência dos bloqueios atmosféricos.

A diferença de pressão verificada nas quatro estações meteorológicas analisadas foi devido a diferença de 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 foi devido à 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 março e agosto (Figura 9), justamente por apresentarem maior quantidade de dias sob influência de bloqueios atmosféricos. Sob esta condição uma massa de ar seco manteve o tempo estável, com ventos predominando do quadrante norte e a umidade ficou mais baixa no decorrer do dia, com mínima por volta dos 30% à tarde.

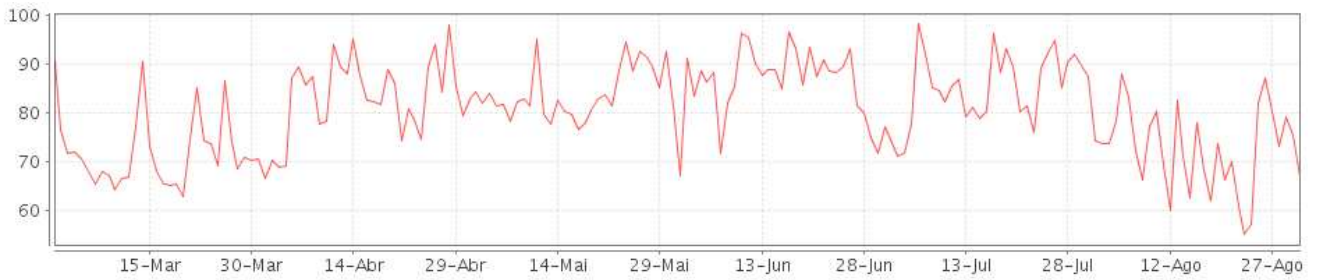
Entre as estações meteorológicas, representativas das condições climáticas da área de influência da Usina, Chapecó foi a que apresentou umidade mais baixa, conforme a Figura 9. A Tabela 10 mostra que a referida estação registrou percentuais de umidade menores em relação às demais, quando a umidade estava superior a 90%.

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 março a agosto de 2012 (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 registrado 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% ocorreu em 7,6% dos registros totais do período em Barragem Foz do Chapecó, 8,8% em Caibi e 7,7% em Nonoai (Tabela 10).

Figura 9– Umidade do Ar Média Diária (%)



(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoi

Tabela 10– Frequência da Umidade Relativa do Ar

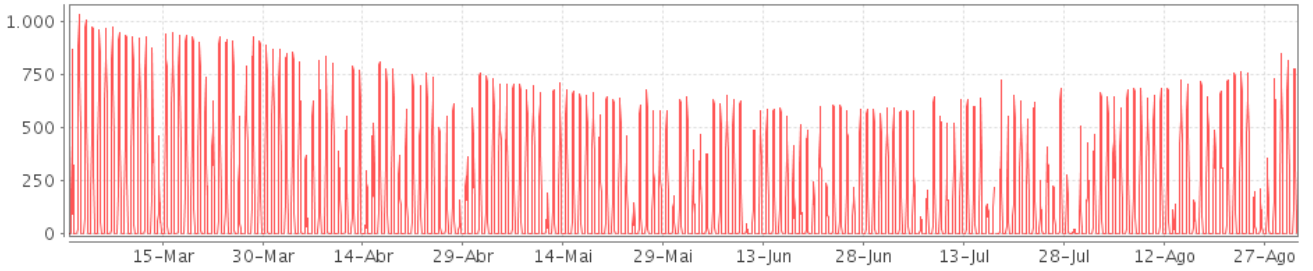
Umidade (%)	Chapecó	Barragem Foz do Chapecó	Caibi	Nonoai
10 a 20	0	0	0	0
20 a 30	0,1	0,2	0,8	0,1
30 a 40	2,6	2,5	4,4	1,9
40 a 50	7,8	5,2	5,8	4,7
50 a 60	12,1	7,6	8,8	7,7
60 a 70	16,1	11,3	11,4	11,8
70 a 80	19,4	13,2	13,8	15,2
80 a 90	19,3	18,7	18,9	19,7
90 a 100	22,6	41,3	36,1	38,8

4.4 RADIAÇÃO MÉDIA (mW/m²)

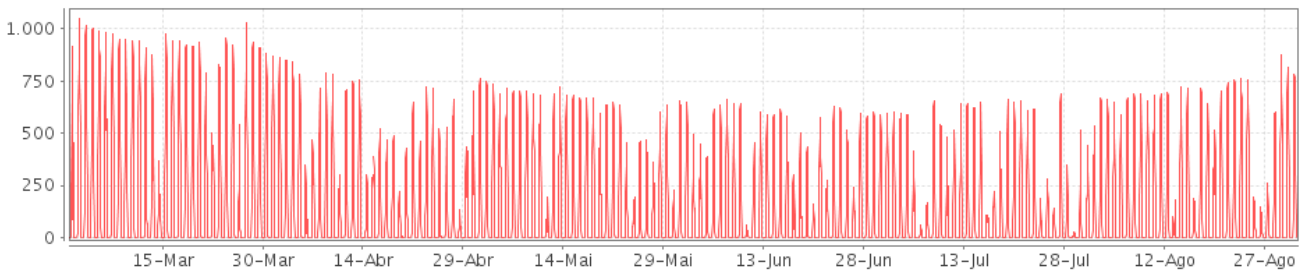
A radiação solar varia conforme a estação do ano; foi máxima em março e mínima em junho (Figura 10). De março a junho houve uma diminuição gradual da radiação média registrada, tornando os dias mais curtos. A partir da segunda quinzena de julho os dias começaram a ficar mais longos, aumentando a radiação, conforme mostra a Figura 10.

No dia 01 de março o sol nasceu, em Chapecó, às 06h23min e se pôs às 19h02min, horário de Brasília, apresentando 12h e 39min de radiação. No dia 31 de agosto, nasceu às 06h44min e se pôs às 18h17min, com 11h e 33min de radiação. Portanto, entre o dia 01 de março e 31 de agosto o dia diminuiu em 1h e 06min, resultando numa radiação média na área de influência da Usina de 252 mW/m² em março e 164 mW/m² em agosto (Figura 10). A nebulosidade é um fator que interferiu na radiação; nos dias de muitas nuvens foi mínima e, quando houve poucas nuvens, foi máxima. Assim, de acordo com a Figura 10, predominou, no período, dias com pouca nebulosidade. Um exemplo foi a primeira quinzena de março que registrou máxima insolação na maioria dos dias, conferindo com a pouca precipitação registrada, conforme a Figura 12, anexa.

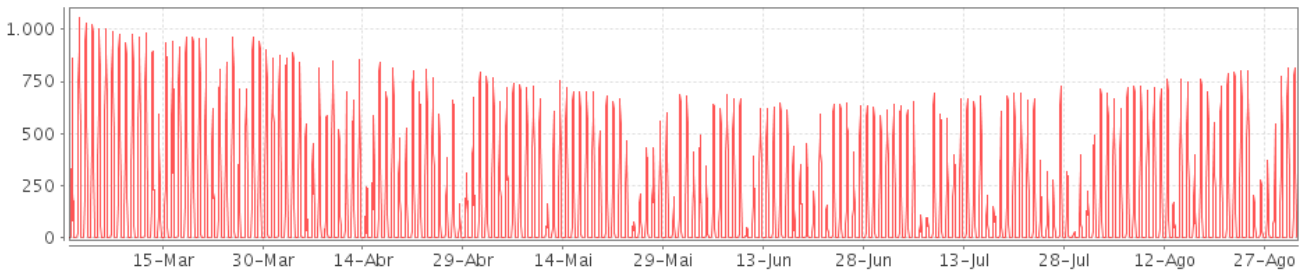
Figura 10- Radiação Média (mW/m²)



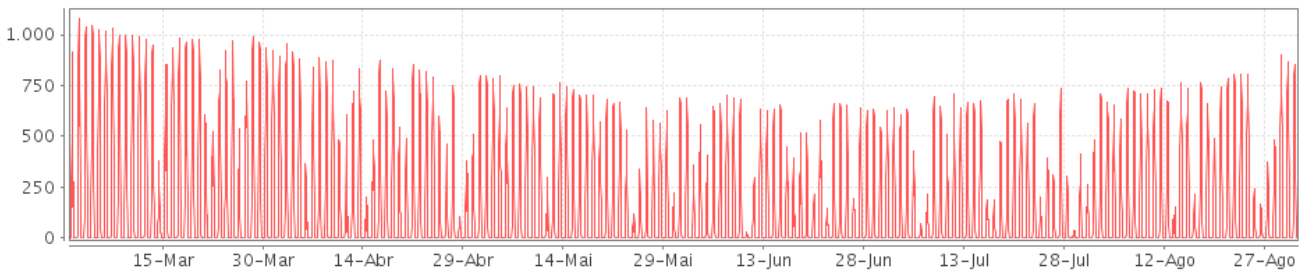
(a) Barragem Foz do Chapecó



(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, nesta época do ano, na área de influência da Usina. 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, sendo que em algumas localidades do Rio Grande do Sul, o sudeste também predominou com 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, em quase todas as estações meteorológicas, foram fracos; 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. 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. Ventos médios mais fortes, acima de 20 km/h foram mais raros, com mais registros em Nonoai, conforme a Tabela 12.

Tabela 11- Frequência da Direção do Vento (%)

Estação	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste
Bar. Foz do Chapecó	2,4	18,4	45,0	8,3	4,7	11,4	7,5	2,3
Chapecó	17,8	21,8	25,4	7,7	5,8	7,7	3,8	10,0
Caibi	6,4	36,0	14,5	6,1	7,6	14,7	11,0	3,7
Nonoai	10,8	7,8	21,2	33,0	14,0	4,9	3,8	4,5

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	76	617	1318	330	190	447	305	76	3359
10 - 20	31	192	669	38	20	58	25	24	1057
20 - 30	0	1	0	0	0	1	1	1	4
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
	107	810	1987	368	210	506	331	101	4420

(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	185	1451	639	264	316	531	397	141	3924
10 - 20	95	139	2	7	21	117	76	22	479
20 - 30	4	0	0	0	1	0	11	0	16
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
	284	1590	641	271	338	648	484	163	4419

(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	249	541	394	147	192	185	89	150	1947
10 - 20	442	418	677	188	63	142	75	199	2204
20 - 30	92	6	54	3	0	14	6	78	253
30 - 40	3	0	0	1	1	0	0	13	18
40 - 50	0	0	0	0	0	0	0	1	1
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
	786	965	1125	339	256	341	170	441	4423

(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	241	285	720	1185	377	129	133	141	3211
10 - 20	219	59	216	267	227	87	32	59	1166
20 - 30	18	2	1	9	16	0	0	1	47
30 - 40	0	0	0	0	1	0	1	0	2
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
	478	346	937	1461	621	216	166	201	4426

(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.

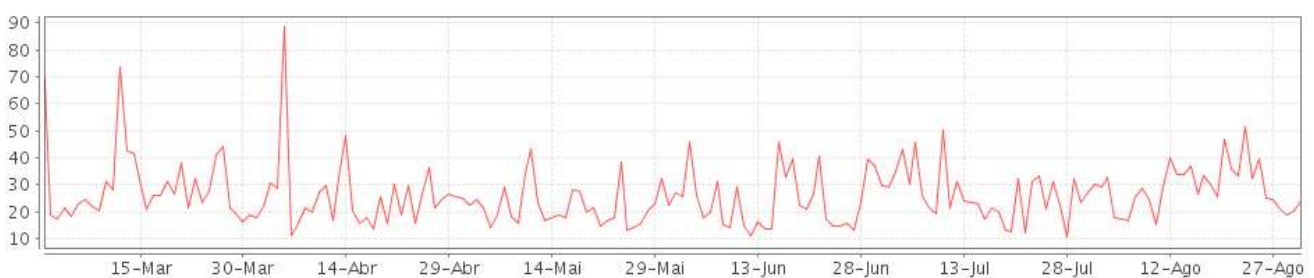
Considerando a força dos ventos acima de 55 Km/h, classificada pela escala Beaufort como “muito forte”, e que já causa, segundo a mesma escala, algum dano como quebra de galhos das arvores, foi verificado que ocorreram em diversas ocasiões, na área de influência da UHE Foz do Chapecó, especialmente em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

Esses ventos fortes, em sua maioria, foram registrados quando havia sistemas de tempo instável em deslocamento, nas proximidades ou mesmo passando na área. Um exemplo foi a presença, pela manhã do dia 05 de abril, de uma frente fria sobre o Uruguai e sul do Rio Grande do Sul que avançou rapidamente para norte e atingiu a partir da tarde a área de influência da Usina, com pancadas de chuva, trovoadas e rajadas de ventos na faixa dos 90 km/h.

Figura 11- Vento Máximo Diário (km/h)



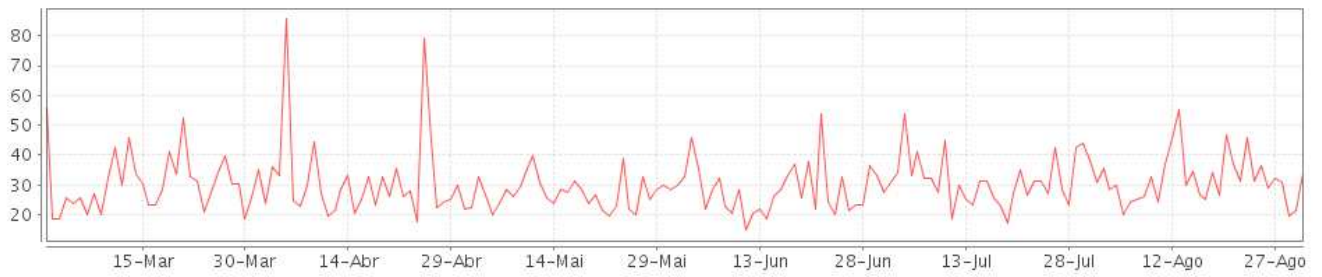
(a) Barragem Foz do Chapecó



(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.

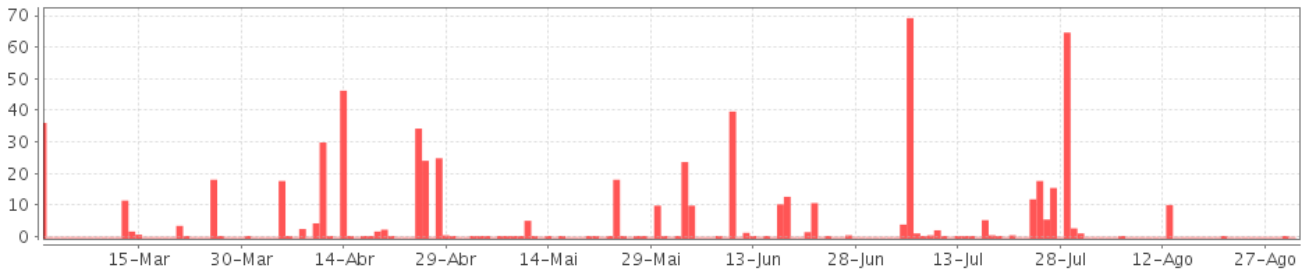
No período analisado houve irregularidades na dinâmica atmosférica regional provocada pelo fenômeno La Niña e por bloqueios atmosféricos, principalmente. Com isso, houve predomínio de tempo estável e chuvas abaixo da média climatológica. A precipitação total do período analisado ficou com déficit de 309,8 mm em Chapecó, 290,2 mm em Barragem Foz do Chapecó, 240,0 mm em Nonoai e 327,6 mm em Caibi.

O comportamento da temperatura refletiu a dinâmica atmosférica do período, apresentando predomínio de anomalias positivas de temperaturas, especialmente em agosto, onde os bloqueios atmosféricos foram mais duradouros. Outros efeitos locais que favoreceram a formação de nevoeiros e a maior proximidade da ação das massas de ar frio também interferiram nas temperaturas, especialmente as mínimas.

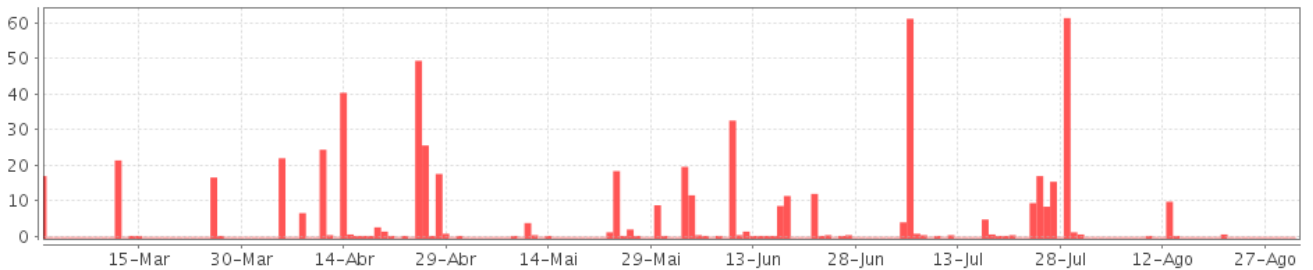
A umidade do ar foi mais elevada na madrugada e nas primeiras horas da manhã e, embora tenha sofrido interferência de fatores locais, não evidenciou, neste período, a influência da Barragem, tendo em vista a diminuição dos percentuais quase que uniforme na área da Usina, no decorrer do dia.

6 ANEXO

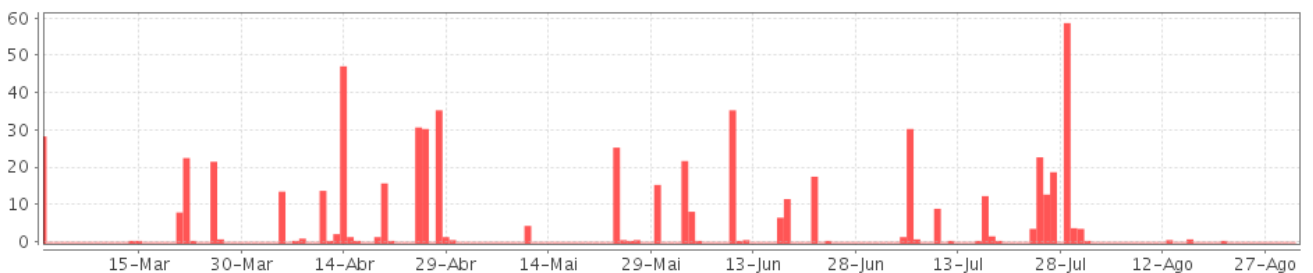
Figura 12- Precipitação - Soma Diária (mm)



(a) Barragem Foz do Chapecó



(b) Caibi



(c) Chapecó

