

PROGRAMA 4 – MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO

EMPRESA CONTRATADA



FUNDAGRO

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

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, setembro de 2013

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	6
2.1 PRECIPITAÇÃO	6
2.1.1 MARÇO.....	7
2.1.2 ABRIL.....	8
2.1.3 MAIO.....	9
2.1.4 JUNHO.....	10
2.1.5 JULHO.....	11
2.1.6 AGOSTO.....	12
3 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013	14
3.1 TEMPERATURA	14
3.2 PRESSÃO ATMOSFÉRICA	17
3.3 UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)	19
3.4 RADIAÇÃO MÉDIA (W/M ²)	21
3.5 VENTO MÉDIO	23
3.6 VENTO MÁXIMO	26
4 CONCLUSÃO.....	28
5 ANEXO.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE MARÇO/13.....	8
FIGURA 2- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE ABRIL/13.....	9

FIGURA 3- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS MAIO/13.....	10
FIGURA 4- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JUNHO/13	11
FIGURA 5- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE JULHO/13.....	12
FIGURA 6- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO MÊS DE AGOSTO/13.....	13
FIGURA 7- TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C)	16
FIGURA 8- PRESSÃO ATMOSFÉRICA MÉDIA DIÁRIA (hPa)	18
FIGURA 9- UMIDADE DO AR MÉDIA DIÁRIA (%)	20
FIGURA 10- RADIAÇÃO MÉDIA (W/M ²).....	22
FIGURA 11- VENTO MÁXIMO DIÁRIO (KM/H).....	27
FIGURA 12- PRECIPITAÇÃO - SOMA DIÁRIA (MM)	30

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2- TOTAL MENSAL DE PRECIPITAÇÃO (MM) DO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	6
TABELA 3- ANOMALIA MENSAL DE PRECIPITAÇÃO (MM) DO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013	6
TABELA 4- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	15
TABELA 5- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	15
TABELA 6- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	15
TABELA 7 - ANOMALIA DA TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	15
TABELA 8- MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	16
TABELA 9- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA (°C) NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013.....	16
TABELA 10- FREQUÊNCIA DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%).....	21
TABELA 11- FREQUÊNCIA DA DIREÇÃO DO VENTO (%).....	24
TABELA 12- TABELA DE FREQUÊNCIA DA VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO.....	24
CONTINUAÇÃO DA TABELA 12- TABELA DE FREQUÊNCIA DA VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO.....	25
CONTINUAÇÃO DA TABELA 12- TABELA DE FREQUÊNCIA DA VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO.....	26

1 INTRODUÇÃO

Neste monitoramento climatológico semestral, relativo ao período março a agosto 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 Usina.

A análise foi realizada considerando o comportamento de cada elemento climático e sua relação ou influência 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 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E DE PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013

2.1 PRECIPITAÇÃO

No decorrer do período, março a agosto de 2013, não houve influência de fenômenos de escala global como o El Niño e a La Niña nas condições de tempo no sul do Brasil, tendo em vista a *normalidade* da Temperatura Superficial do Pacífico Equatorial (TSM). Apesar desta situação, a distribuição da precipitação na área de influência da Usina não foi homogênea no espaço e no tempo. Isso foi devido à dinâmica atmosférica regional, com os sistemas meteorológicos mais ativos em certos momentos e menos em outros, conforme detalhamento do comportamento da precipitação mensal na área de influência da UHE Foz do Chapecó, a seguir. Os bloqueios atmosféricos se manifestaram em abril e agosto, apresentando condições atmosféricas distintas na área de influência da Usina. Em abril o bloqueio ocasionou predomínio de condições de estabilidade e em agosto, instabilidade.

A precipitação ficou acima da média nos meses de março, junho e agosto e abaixo em abril, maio e julho, sendo que o mês de março foi o mais chuvoso e julho o mais seco. No total do semestre a precipitação ficou acima da média em toda área, com valores de 143,6 mm em Chapecó, 60,8 mm na UHE Foz do Chapecó Barramento, 175,6 mm em Caibi e 211,4 mm em Nonoai.

Tabela 1- Total mensal de precipitação (mm) do período de março a agosto de 2013

Estação	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13
Chapecó	299,6	173,4	84,2	220,4	71,8	204,0
UHE Foz do Chapecó Barramento	301,6	152,2	64,8	208,2	50,0	193,8
Caibi	370,6	191,6	65,0	220,2	48,0	190,0
Nonoai	270,0	155,6	83,2	226,8	64,4	321,2

Tabela 2- Anomalia mensal de precipitação (mm) do período de março a agosto de 2013

Estação	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13
Chapecó	173,8	7,1	-82,3	57,1	-82,7	70,6
UHE Foz do Chapecó Barramento	175,8	-14,1	-101,7	44,9	-104,5	60,4

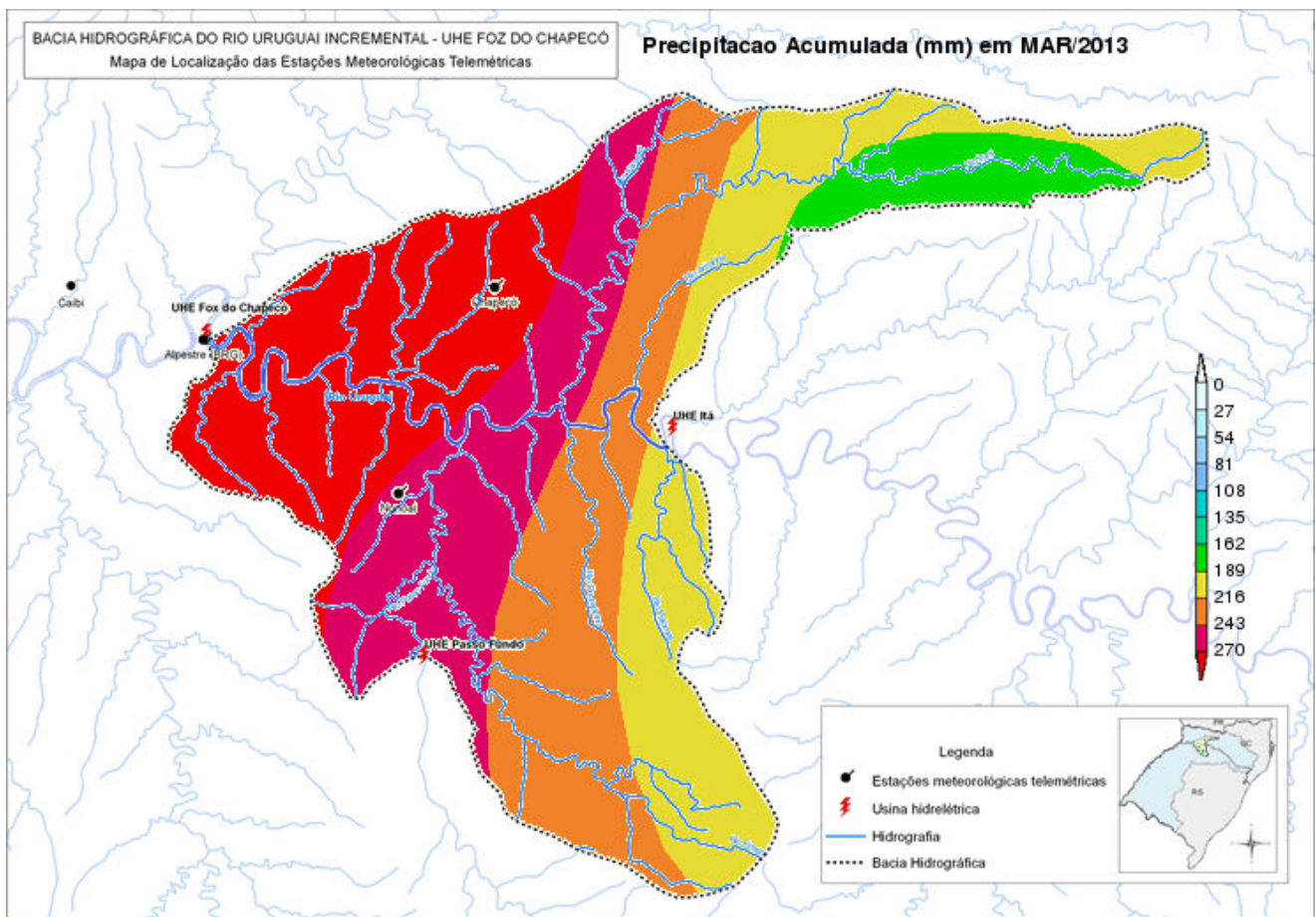
Caibi	244,8	25,3	-101,5	56,9	-106,5	56,6
Nonoai	144,2	-10,7	-83,3	63,5	-90,1	187,8

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.

2.1.1 MARÇO

Durante o mês de março predominaram condições de tempo instável na área de influência da UHE Foz do Chapecó. As instabilidades foram provocadas por sistemas de superfície como as frentes frias, cavados e baixas pressões, tendo como reforço os de altitude, como cavados e jatos. As chuvas foram mal distribuídas espacialmente, sendo mais intensas no oeste da área, onde está localizada a Usina (Figura 1) e reportada pela estação de Caibi, com registro de 370,6 mm, conforme a tabela 2. Esta condição teve como principal forçante as chuvas fortes ocorridas entre os dias 11 e 12 devido à atuação de um sistema de baixa pressão atmosférica (Figura 12, anexa). O total mensal na área ficou muito acima da média climatológica do mês (Tabela 3).

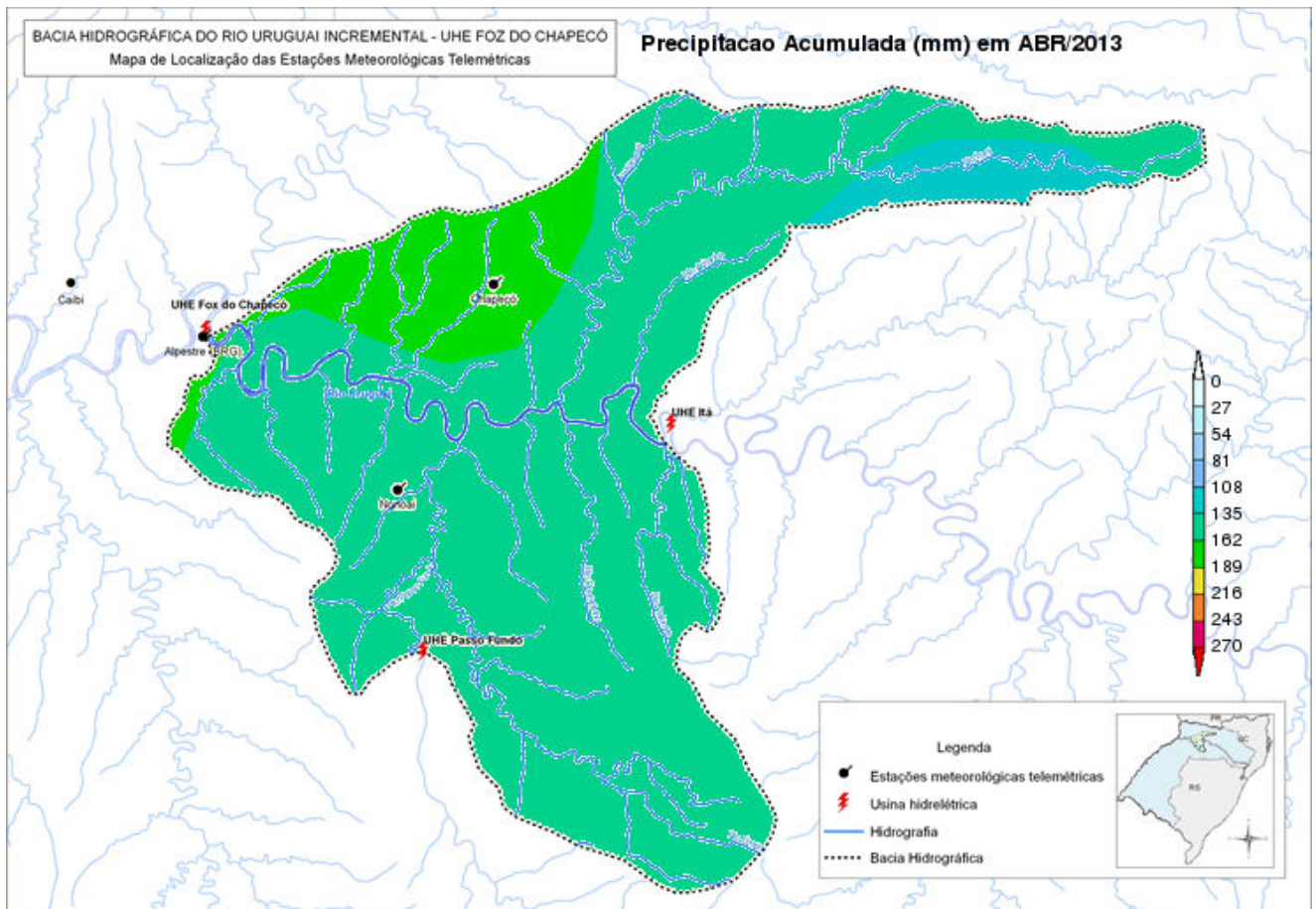
Figura 1- Distribuição espacial da precipitação no mês de março/13



2.1.2 ABRIL

Na primeira quinzena de abril predominaram condições de tempo instável na área de influência da Usina. Estas condições foram devido à atuação de sistemas de baixa pressão, principalmente. As chuvas mais intensas foram influenciadas por baixas pressões nos dias 01 e 04 e, no dia 12, pela passagem de uma frente fria. Após a passagem desta frente fria o tempo ficou estável até o dia 28, em resposta à formação de um bloqueio atmosférico. No dia 29 uma frente fria atuou com pouca atividade, resultando em chuva fraca na área. De acordo com a Figura 2 e Tabela 2 a precipitação ficou praticamente homogênea, porém abaixo da média na maior parte da área de influência da Usina, conforme a Tabela 3.

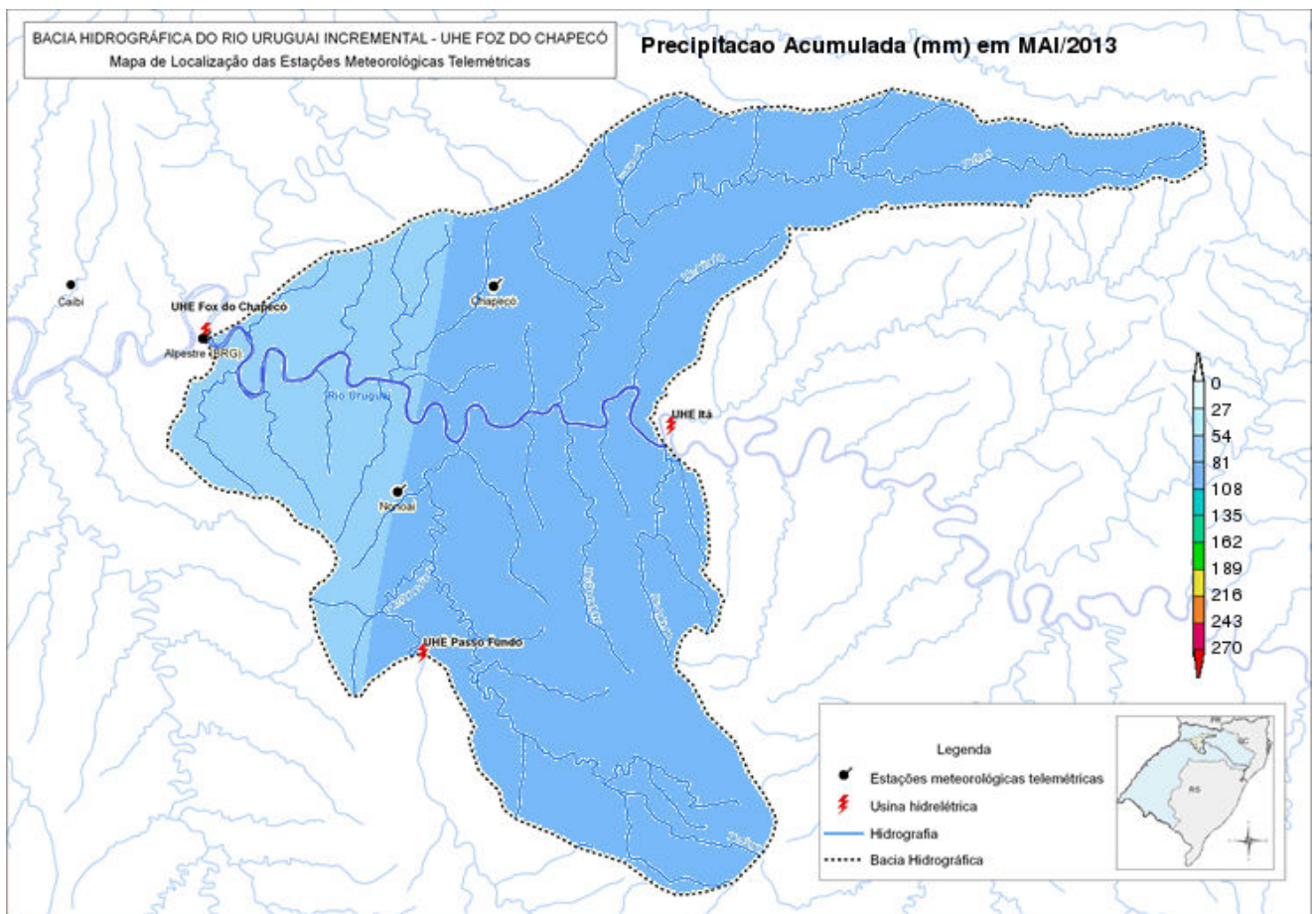
Figura 2- Distribuição espacial da precipitação no mês de abril/13



2.1.3 MAIO

Na primeira quinzena de maio os sistemas de tempo instável atuaram com fraca intensidade. Na segunda quinzena ocorreram dois eventos de chuvas mais significativas, mesmo assim, na sua maioria, foram muito isoladas, caracterizando os sistemas como fracos a moderados. A exceção foi a presença de uma baixa pressão associada à formação de frente fria no sul do Brasil que trouxe chuvas moderadas a fortes para a área. Conforme a Figura 3 e Tabela 2 a precipitação foi relativamente bem distribuída na área, porém com volumes baixos, resultando em déficits aproximados de 80 a 100 mm no mês (Tabela 3).

Figura 3- Distribuição espacial da precipitação no mês maio/13



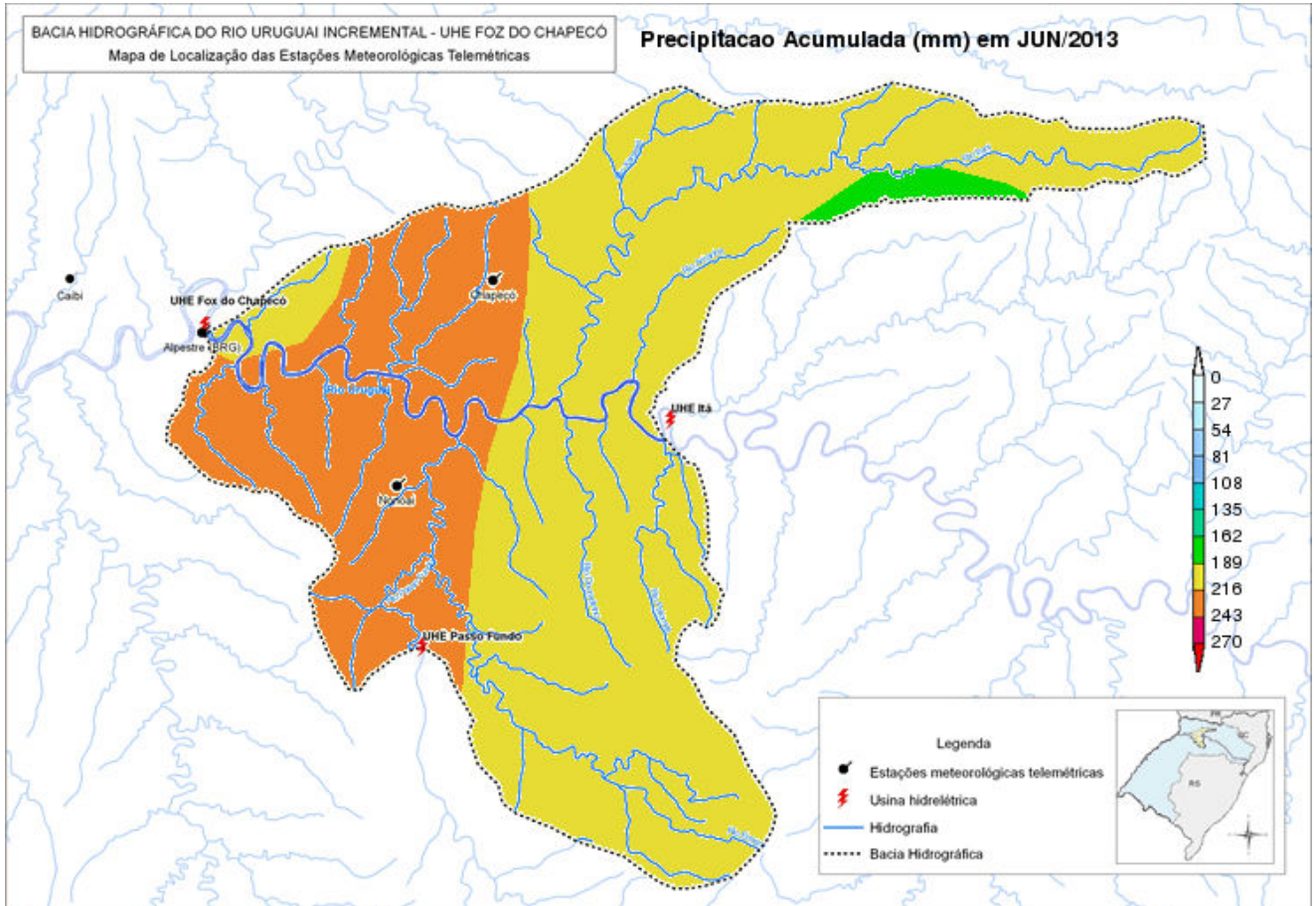
2.1.4 JUNHO

Na primeira quinzena predominou condições de tempo estável, com maior atuação de sistemas de alta pressão sobre o sul do Brasil e de sistemas de tempo instável, como as frentes frias, passando pelo oceano. Só ocorreu um evento de chuva forte, registrado no dia 1º, devido à passagem de uma frente fria, conforme a Figura 12, anexa.

Na segunda quinzena predominou tempo instável devido à atuação de frentes frias, cavados à superfície e em altitude e jatos (ventos fortes em altitude).

As chuvas foram um pouco mais intensas na parte oeste da área (Figura 4), mas ficaram acima da normal em toda a área, com uma média próxima a 220 mm (Tabela 2), apresentando superávit variando de 45 mm a 65 mm, aproximadamente, conforme a Tabela 3.

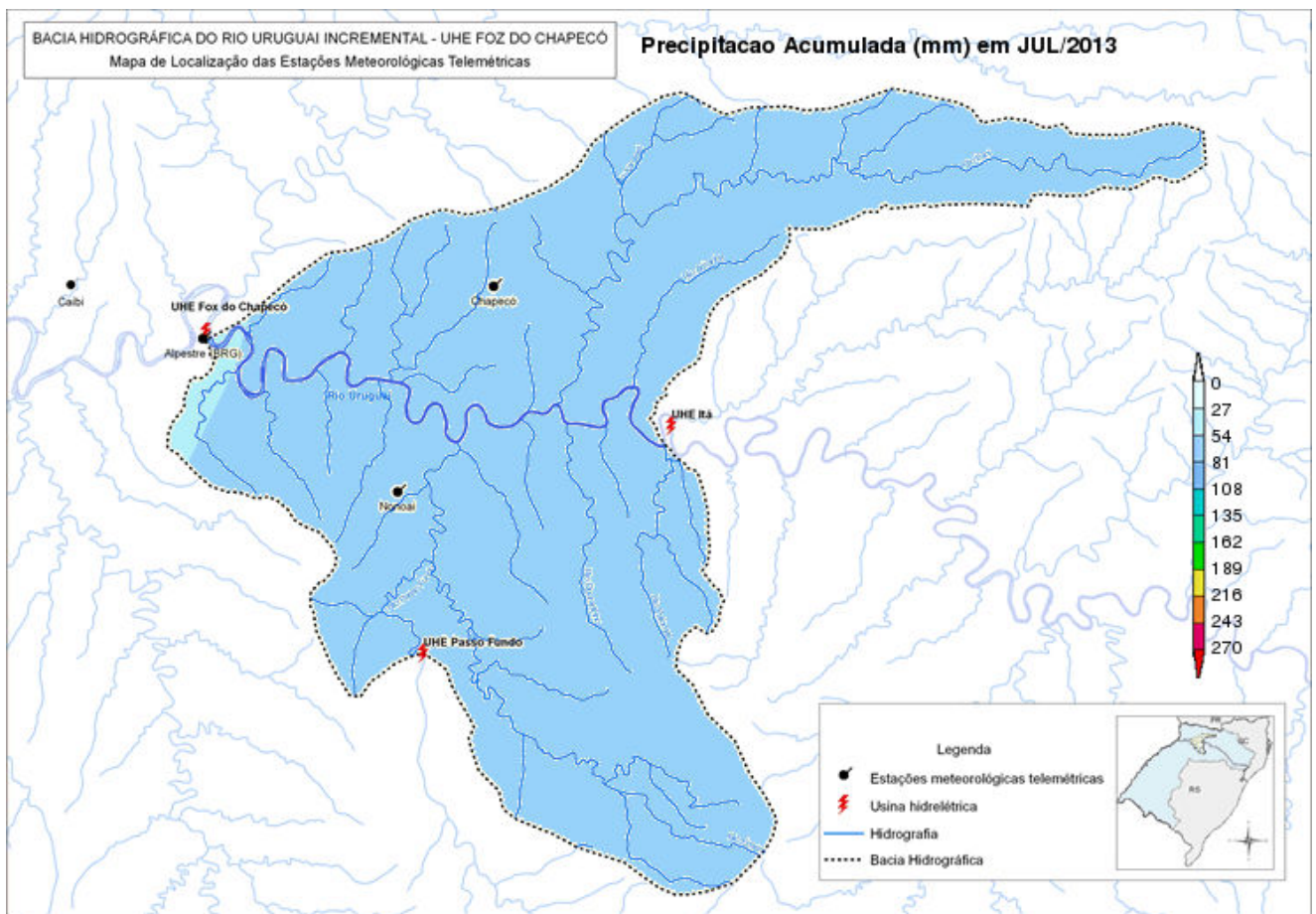
Figura 4- Distribuição espacial da precipitação no mês de junho/13



2.1.5 JULHO

No decorrer do mês de julho os sistemas de tempo instável, como as frentes frias, passaram sobre a área de influência da Usina com fraca atividade. O resultado foi a ocorrência de chuvas muito irregulares (Figura 5) e muito abaixo da média climatológica, conforme a Tabela 3.

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



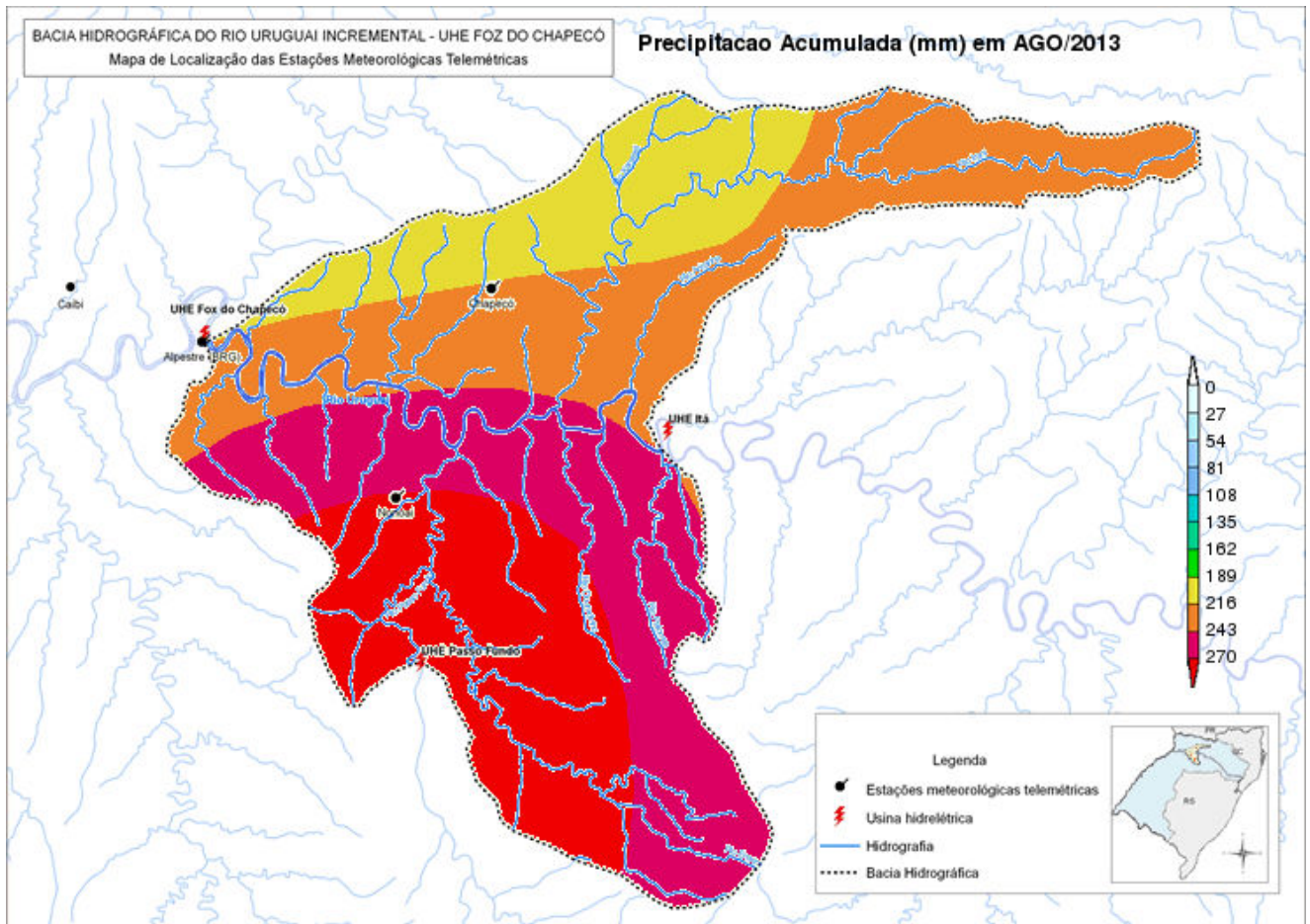
2.1.6 AGOSTO

Na primeira quinzena do mês o tempo ficou predominantemente instável, com registros de eventos de chuvas fortes, especialmente no norte do Rio Grande do Sul, conforme registro na estação de Nonoai (Figura 12, anexa).

Na segunda quinzena o tempo não foi muito diferente, com certa estabilidade até o dia 21. Porém do dia 22 ao 28 houve muita instabilidade associada, inicialmente a chegada de uma frente fria e depois a sistema de baixa pressão e jatos em altitude.

Como os sistemas atmosféricos foram mais ativos sobre o Rio Grande do Sul, refletiram-se em maiores volumes de chuvas na parte sul da área de influência da Usina, conforme a Figura 6.

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



3 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO CLIMA: TEMPERATURA, PRESSÃO ATMOSFÉRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR, RADIAÇÃO MÉDIA E VENTO NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2013

3.1 TEMPERATURA

Normalmente as temperaturas declinam de março até julho, que é o mês mais frio na área de influência da Usina, e depois voltam a subir a partir de agosto. Neste período analisado (março a agosto de 2013), o mês de março apresentou um comportamento térmico semelhante a abril (Tabela 4) e as temperaturas começaram a declinar a partir de maio, sendo que os meses mais frios foram julho e agosto, conforme a Tabela 8.

Março foi um mês mais frio do que o normal, especialmente as tardes, tendo em vista que as anomalias das temperaturas máximas (Tabela 5) foram superiores às mínimas (Tabela 7). O comportamento térmico de março está associado às condições de instabilidades que persistiram durante o mês em boa parte do sul do Brasil e que predominaram na área de influência da Usina. No período de abril a julho predominaram temperaturas acima da média, conforme a tabela 9. Apesar disso, no final do mês de julho foi registrada uma queda significativa nas temperaturas da área no final do mês (Figura 7). Neste período a estação de Nonoai apresentou temperaturas mais baixas do que o normal, tendo em vista que a localidade fica mais exposta às massas de ar frio, pela sua posição latitudinal em relação às demais. As anomalias negativas de agosto estão associadas à presença de muitas nuvens e principalmente pela atuação de intensas massas de frio que atingiram o sul do Brasil e que provocaram diminuição significativa nas temperaturas em toda a área, com destaque para Nonoai que registrou 3°C abaixo da média climatológica (Tabela 7).

Verificando o efeito da altitude entre as estações meteorológicas (Tabela 1) e considerando que, em média, as temperaturas declinam 0,65°C para cada 100 metros de altitude, é verificado que houve correlação nas temperaturas médias (Tabela 8), da maior parte das estações meteorológicas. A exceção foi Chapecó que ficou ligeiramente acima, devido à influência de áreas residenciais a barlavento, ou seja, de onde o vento está soprando.

A estação UHE Foz do Chapecó Barramento, representativa do clima local, apresentou variações semelhantes às verificadas nas outras estações meteorológicas, representativas do clima regional. Esta

condição pode ser verificada através das anomalias das Tabelas 5, 7 e 9 e da Figura 7 que mostra o comportamento da temperatura média ao longo do período.

Tabela 3- Média mensal da temperatura máxima diária (°C) no período de março a agosto de 2013.

Estação	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13
Chapecó	24,7	25,3	21,6	19,0	19,8	20,0
UHE Foz do Chapecó Barramento	27,0	26,8	22,6	20,2	21,6	21,6
Caibi	26,9	26,7	23,0	20,3	21,6	21,8
Nonoai	25,4	25,7	21,7	19,4	20,1	20,3

Tabela 4– Anomalia da temperatura máxima diária (°C) no período de março a agosto de 2013.

Estação	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13
Chapecó	-3,3	0,3	0,3	-0,9	-0,1	-1,9
UHE Foz do Chapecó Barramento	-1,0	1,8	1,3	0,3	1,7	-0,3
Caibi	-1,1	1,7	1,7	0,4	1,7	-0,1
Nonoai	-2,6	0,7	0,4	-0,5	0,2	-1,6

Tabela 5– Média mensal da temperatura mínima diária (°C) no período de março a agosto de 2013.

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

Tabela 6 - Anomalia da temperatura mínima diária (°C) no período de março a agosto de 2013.

Estação	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13
Chapecó	-0,8	-0,3	1,4	1,6	0,5	-1,3
UHE Foz do Chapecó Barramento	0,4	0,3	1,8	2,5	0,5	-1,3
Caibi	-0,2	-0,6	0,9	2,0	0,0	-1,8
Nonoai	-2,0	-2,6	-0,4	0,2	-1,7	-3,0

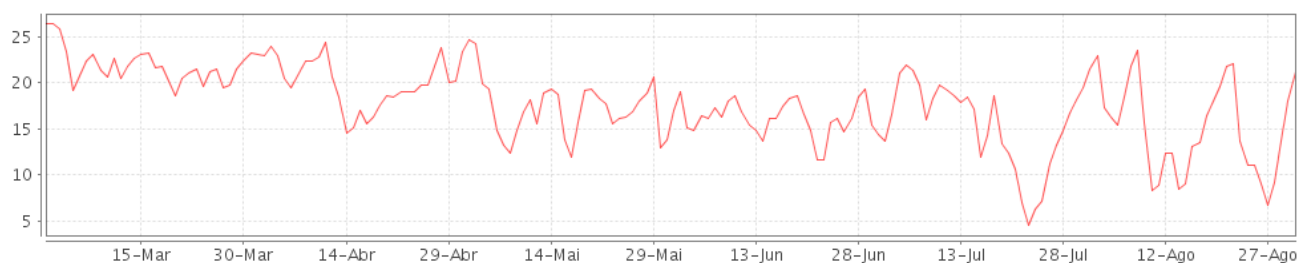
Tabela 7- Média mensal da temperatura média diária (°C) no período de março a agosto de 2013.

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

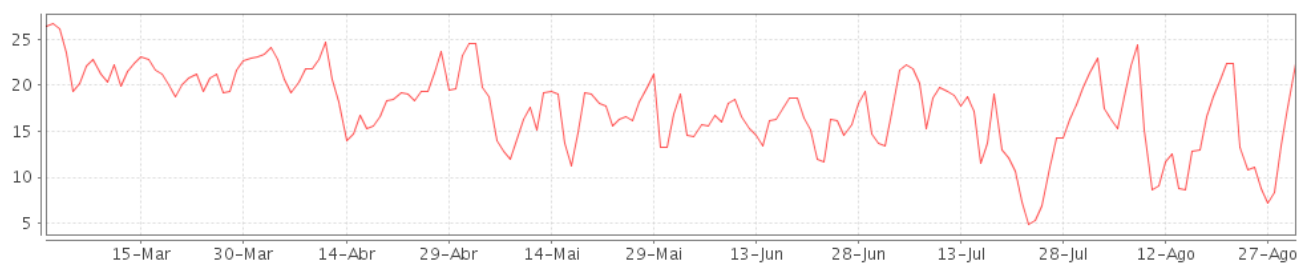
Tabela 8- Anomalia da temperatura média diária (°C) no período de março a agosto de 2013.

Estação	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13
Chapecó	-2,1	-0,1	0,8	0,5	0,0	-1,6
UHE Foz do Chapecó Barramento	-0,7	0,3	1,3	1,4	0,5	-1,3
Caibi	-0,9	0,0	1,1	1,2	0,5	-1,3
Nonoai	-2,5	-1,3	-0,2	0,0	-1,1	-2,5

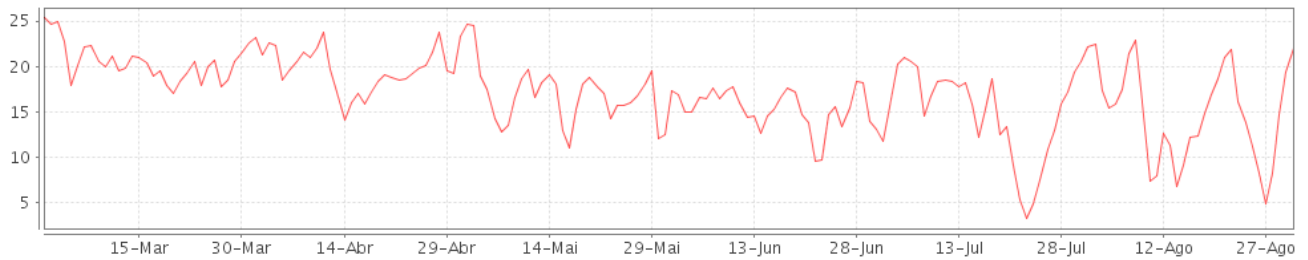
Figura 7- Temperatura Média Diária (°C)



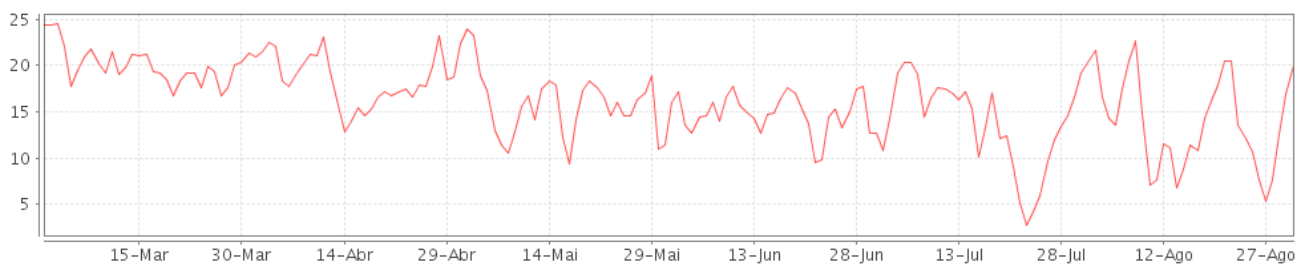
(a) UHE Foz do Chapecó Barramento



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

3.2 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

O comportamento da pressão atmosférica, ao longo do período, mostra uma elevação gradual de março a agosto em virtude da diminuição da temperatura e do avanço, pelo sul do Brasil, de sistemas de alta pressão que foram se intensificando e causando pressões maiores na área de influência da Usina (Figura 8). Além da tendência em elevação gradual, houve interferências de sistemas de baixa pressão que causaram pressões menores na área. Por isso foram verificadas oscilações na pressão atmosférica registrada em cada estação meteorológica, conforme a Figura 8.

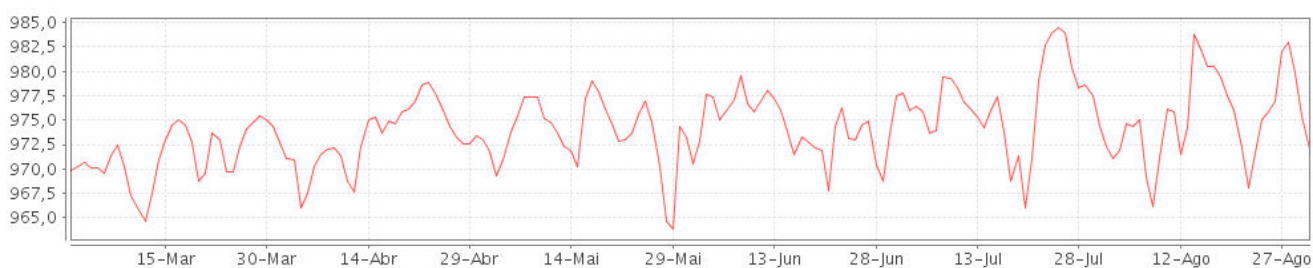
As oscilações aumentaram a frequência e a intensidade em julho e agosto, justamente porque aumentou o gradiente (diferença) de pressão entre os sistemas de alta e de baixa pressão. Esta condição é normal para os meses mais frios no sul do Brasil.

A pressão atmosférica mais baixa, no período, foi registrada no dia 29 de maio, devido à chegada de uma frente fria na área de influência da Usina. A pressão mais alta foi registrada no dia 27 de julho, quando havia um sistema de alta pressão no litoral da Região Sul (Figura 8).

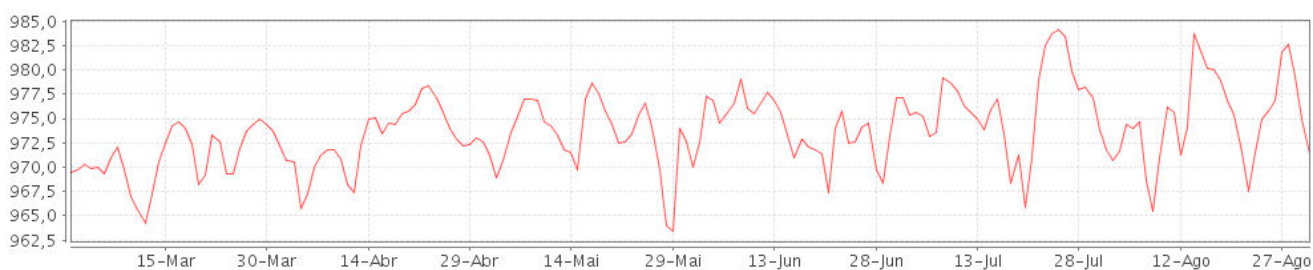
Apesar das oscilações terem sido semelhantes nas estações que fazem parte da área (Figura 8) há diferenças nos valores registrados entre elas, devido ao efeito da altitude entre as referidas estações conforme a

Tabela 1. Normalmente a pressão atmosférica diminui 1 hPa para cada 9 metros de altitude. Assim, as estações UHE Foz do Chapecó Barramento 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 (Figura 8).

Figura 8– Pressão Atmosférica Média Diária (hPa)



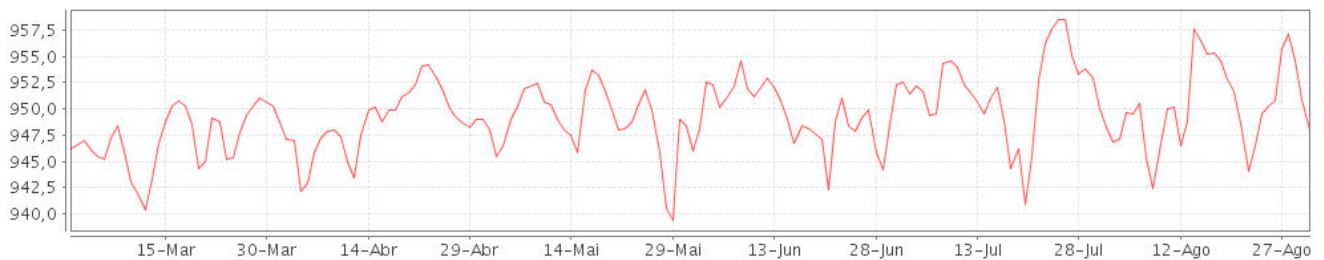
(a) UHE Foz do Chapecó Barramento



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

3.3 UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)

A umidade relativa do ar apresentou oscilações naturais que chegaram a registrar valores médios diários superiores a 90% e inferiores a 70%, sendo que em Chapecó foram registradas médias inferiores a 50%, conforme a Figura 9. Estas oscilações tiveram 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. As instabilidades são produzidas por sistemas como as frentes frias e baixas pressões e as estabilidades por sistemas de alta pressão, que são os centros de ação das massas de ar frio e tropical.

Na área de influência da Usina a alternância dessas condições de instabilidade e estabilidade provocou oscilações no comportamento da UR, com destaque para os meses de julho e agosto, justamente pela maior variação de tempo instável e estável. Por exemplo, no início do mês de agosto, uma massa de ar frio e seco atuou no sul do Brasil e ocasionou quedas significativas na UR na área, conforme a Figura 9. No mesmo mês, entre os dias 23 e 27, ocorreu uma situação contrária; a umidade relativa média diária ficou elevada por influência de uma frente semi-estacionária no litoral sul do Brasil e a presença de jatos em altitude que deixaram o tempo instável com céu encoberto e chuvas persistentes na área (Figura 9).

Comparando-se as oscilações da UR de cada estação meteorológica, ao longo do período, é verificada certa simetria (Figura 9), indicando que existiu pouca diferença espacial da umidade relativa do ar.

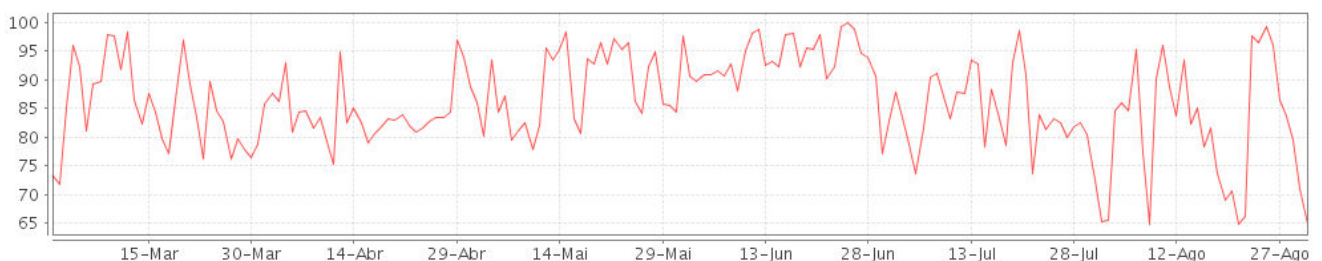
Entre as estações meteorológicas, representativas das condições climáticas da área de influência da Usina, Chapecó foi a que registrou umidade mais baixa, conforme a Figura 9. Esta situação pode ser explicada pela localização da referida estação meteorológica, que fica a sotavento de áreas residenciais. Neste caso, os ventos predominantes de leste (Tabela 12) transportam ar mais seco dessas áreas para a estação

meteorológica, diminuindo sensivelmente a porcentagem de umidade relativa do ar em relação às demais. A Tabela 10 demonstra esta condição ao apresentar apenas 34,3% dos registros superiores a 90% e este percentual é bem inferior àqueles das demais estações meteorológicas.

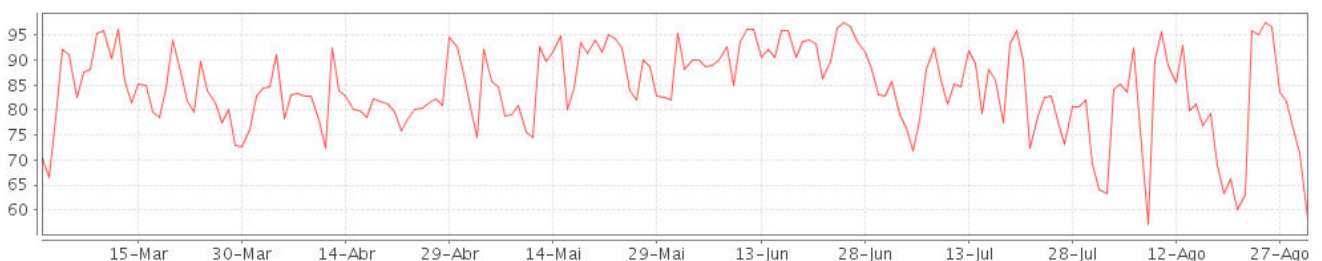
Considerando ainda os percentuais superiores a 90%, dispostos na Tabela 10, é verificado que a estação de UHE Foz do Chapecó Barramento é a mais úmida em relação às demais. Nonoai, apesar de se encontrar mais distante do reservatório, apresentou valores próximos aos da UHE. Esta condição é devido à predominância dos ventos de sudeste em Nonoai, no período de março a agosto de 2013 (Tabela 11), que transportam umidade do rio Passo Fundo para o local onde está instalada a 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. No entanto, no decorrer do dia a porcentagem de umidade diminuía, especialmente em condições atmosféricas estáveis. Este declínio ocorreu de maneira quase que uniforme principalmente entre UHE Foz do Chapecó Barramento, Caibi e Nonoai. Nestas estações, as porcentagens de umidade na faixa de 50% a 60% equivalem a 6,1% dos registros totais do período em Barragem Foz do Chapecó, 7,0% em Caibi e 6,0% em Nonoai (Tabela 10).

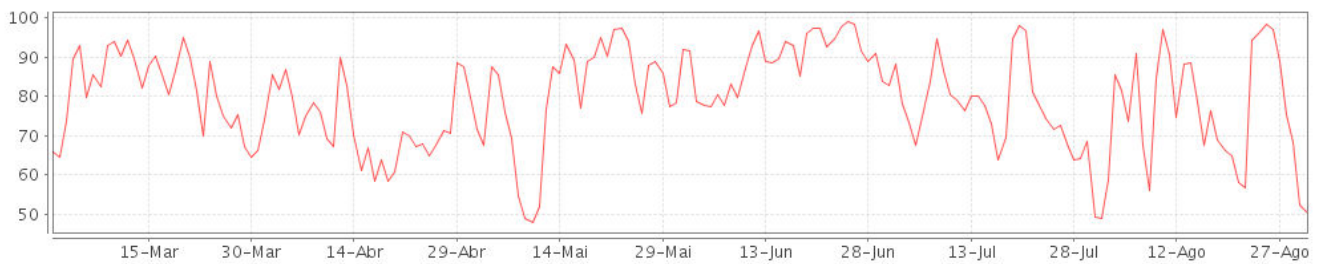
Figura 9– Umidade do Ar Média Diária (%)



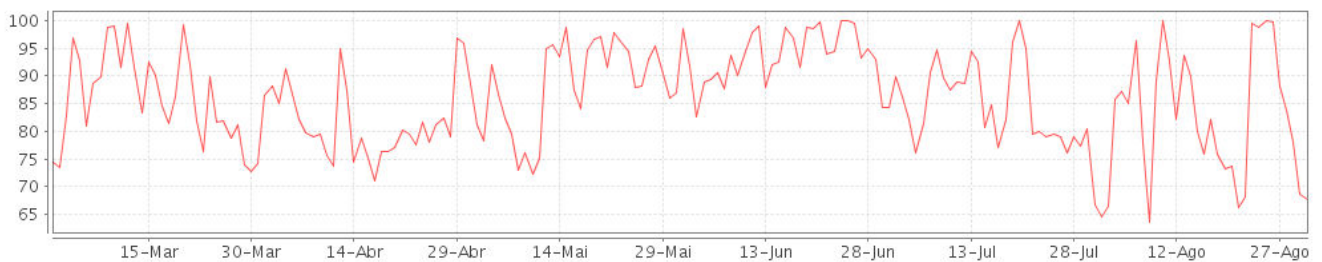
(a) UHE Foz do Chapecó Barramento



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

Tabela 9– Frequência da Umidade Relativa do Ar (%)

Umidade (%)	Barragem Foz do Chapecó	Caibi	Chapecó	Nonoai
20 a 30	0,0	0,1	0,3	0,1
30 a 40	0,6	1,0	1,4	0,4
40 a 50	2,6	2,8	4,9	3,6
50 a 60	6,1	7,0	8,6	6,0
60 a 70	8,1	8,5	11,6	7,9
70 a 80	10,7	10,3	15,5	11,2
80 a 90	13,7	15,5	23,5	14,6
90 a 100	58,2	54,9	34,3	56,3

3.4 RADIAÇÃO MÉDIA (W/M²)

A disponibilidade de radiação de um local depende da sua latitude e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano). Isso se deve à inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira diariamente (movimento de rotação) e à trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol (translação ou revolução). Outros fatores associados às condições de estabilidade, com céu claro ou com nevoeiros persistentes e de instabilidade, com a presença de muitas nuvens, têm um papel importantíssimo nesta disponibilidade.

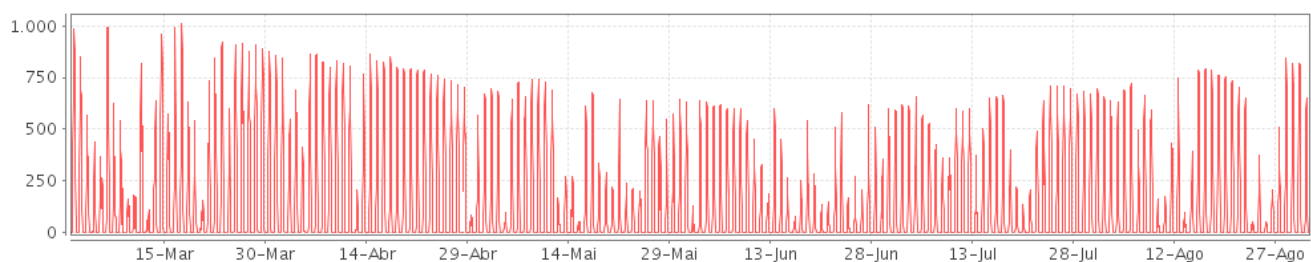
Na área de influência da Usina, a radiação diminui de março até a primeira quinzena de julho. Em Chapecó, no início de março, o sol nasce por volta das 06h20min e se põe as 19h00min, aproximadamente, resultando em 12h e 40min de radiação. No início de julho, nasce às 07h20min e se põe às 17h50min, aproximadamente, resultando em 10h e 30min.

Neste ano de 2013, no mês de março, a radiação média, na área de influência da Usina, foi de 174W/m² e a menor foi em junho (Figura 10), com média de 88W/m². Essa condição de junho foi devido à intensa nebulosidade que predominou na segunda quinzena do mês, conforme descrição do comportamento da precipitação no item 3.1.4.

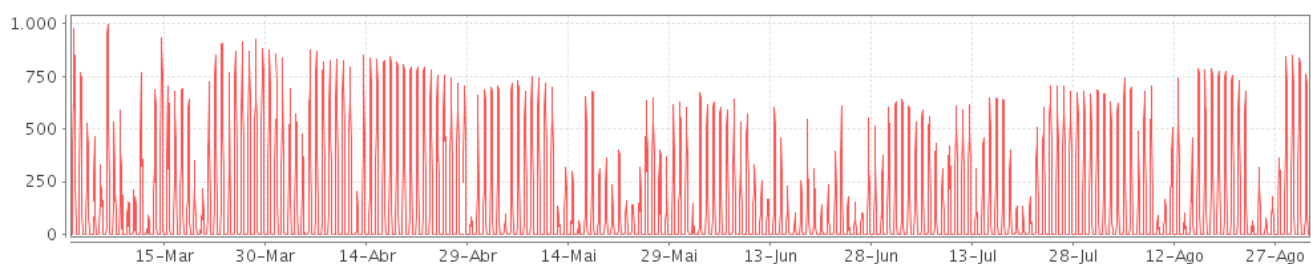
De acordo com a Figura 10, no período analisado, a variação da radiação média foi praticamente semelhante em todas as estações meteorológicas, indicando que os sistemas instáveis produtores de nuvens apresentaram características semelhantes por toda a área de influência da Usina. Os períodos de máxima radiação foram de tempo estável, com poucas nuvens, e aqueles de mínima, de tempo instável.

Ainda de acordo com a Figura 10, nos dias em que a radiação média estava máxima, o tempo encontrava-se estável, e nos dias de instabilidade, com intensa nebulosidade, foi mínima.

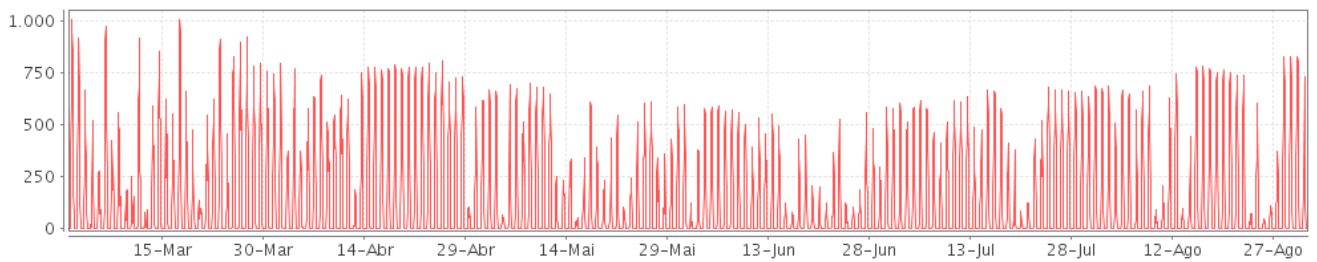
Figura 10- Radiação Média (W/m²)



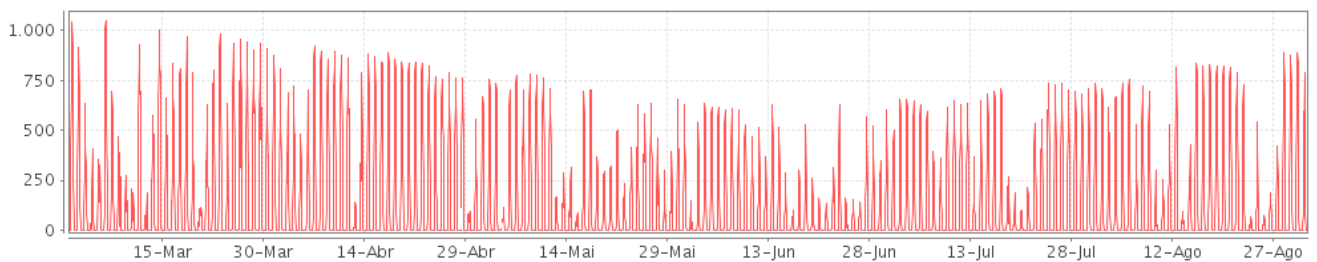
(a) UHE Foz do Chapecó Barramento



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai

3.5 VENTO MÉDIO

Os ventos predominantes nas estações meteorológicas sopraram de sudeste a nordeste (Tabelas 11 e 12) e correspondem à climatologia dos ventos na área de influência da Usina. Estes ventos são oriundos do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS) posicionado no litoral do sudeste brasileiro e que gera ventos fluindo em direção aos sistemas de baixa pressão localizados no Uruguai, norte da Argentina, Paraguai e sul do Brasil. 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.

Com relação à velocidade, os ventos foram fracos, apresentando maior porcentagem entre calmarias e brisas de até 10km/h, em quase todas as estações meteorológicas. Em Chapecó foram um pouco mais intensos, onde predominaram ventos de 10 a 20 km/h. Ventos médios de intensidade moderada (20 a 50km/h) foram mais frequentes em Chapecó e Nonoai, conforme a Tabela 12. Esta condição média dos ventos reflete o comportamento diário em toda a área; 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. A maior velocidade dos ventos verificada em Chapecó e Nonoai é devido às localizações das referidas estações meteorológicas que estão em locais mais amplos, onde o fluxo do ar não encontra barreiras naturais.

Tabela 10- Frequência da Direção do Vento (%)

Estação	Norte	Nordeste	Leste	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste
UHE Foz do Chapecó Barramento	2,2	17,1	43,8	8,8	4,8	13,0	8,3	2,0
Chapecó	16,3	22,3	25,7	6,9	5,9	8,8	5,3	8,8
Caibi	6,0	34,6	14,0	6,7	7,4	16,4	10,1	4,8
Nonoai	9,1	6,4	18,8	36,0	12,4	5,6	4,6	7,1

Tabela 11- 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	73	597	1457	344	193	520	324	70	3578
10 - 20	23	157	479	44	17	54	47	16	837
20 - 30	0	0	0	0	1	0	1	2	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
	96	754	1936	388	211	574	372	88	4419

(a) UHE Foz do Chapecó Barramento

Continuação da 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	208	1435	619	283	302	568	373	174	3962
10 - 20	55	91	0	12	22	160	70	33	443
20 - 30	0	0	0	0	1	2	4	3	10
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
	263	1526	619	295	325	730	447	210	4415

(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	271	533	417	130	158	193	127	143	1972
10 - 20	338	451	666	159	98	189	95	171	2167
20 - 30	106	0	54	16	5	7	14	67	269
30 - 40	4	0	0	0	0	0	0	8	12
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
	719	984	1137	305	261	389	236	390	4421

(c) Chapecó

Continuação da Tabela 13- 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	234	265	693	1283	297	141	164	221	3298
10 - 20	151	17	138	308	232	104	38	79	1067
20 - 30	14	0	0	1	18	7	1	13	54
30 - 40	2	0	0	0	0	0	0	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
	401	282	831	1592	547	252	203	313	4421

(d) Nonoai

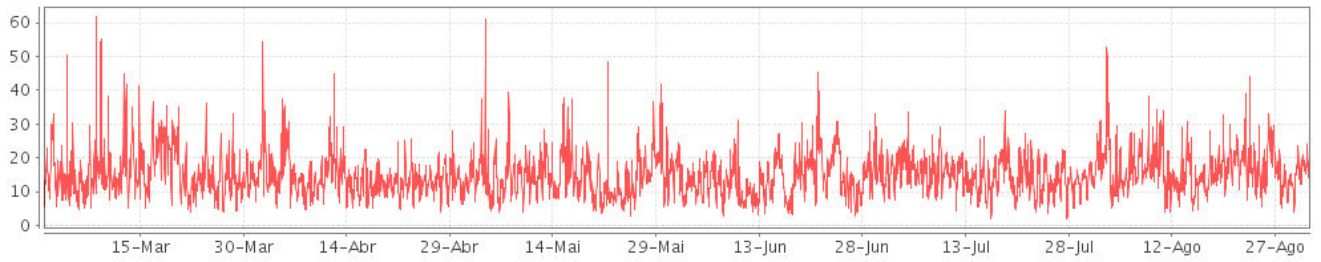
3.6 VENTO MÁXIMO

Existem algumas condições atmosféricas que favorecem a ocorrência de ventos fortes. Entre as mais comuns, na área de influência da Usina, destacam-se os sistemas de tempo instável, como as instabilidades localizadas oriundas de nuvens de trovoadas e a passagem de frentes frias.

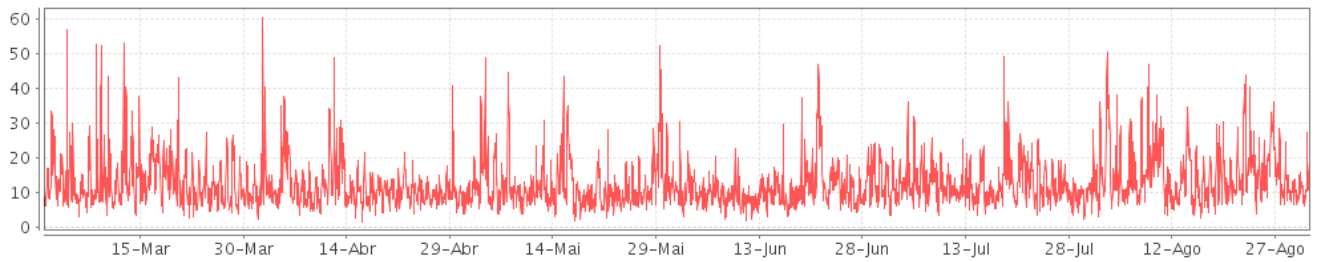
Considerando a força dos ventos acima de 55 Km/h, classificada pela escala Beaufort como “muito forte”, ocorreu em algumas ocasiões na área de influência da UHE Foz do Chapecó, nos meses de março, abril, maio e agosto, conforme a Figura 11.

Os ventos mais intensos foram verificados em Chapecó, no momento em que havia sistemas de tempo instável atuando na área de influência da Usina.

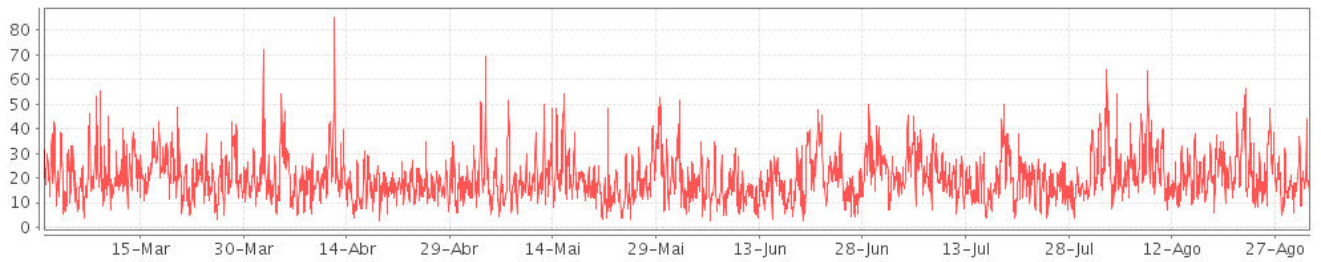
Figura 11- Vento Máximo Diário (km/h)



(a) UHE Foz do Chapecó Barramento

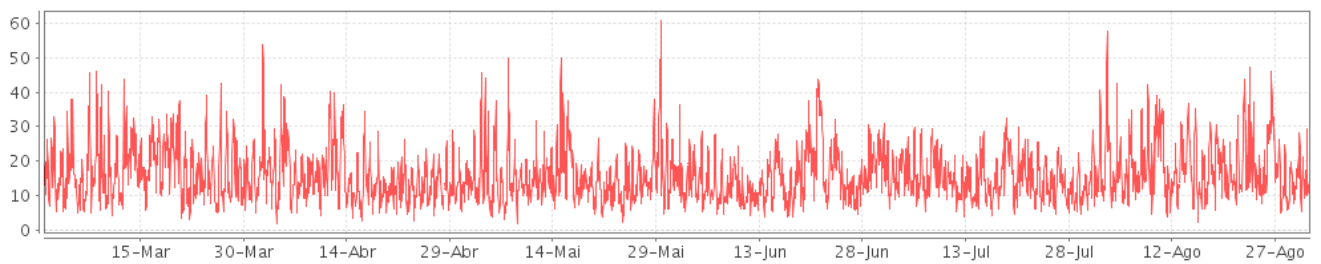


(b) Caibi



(c)

Chapecó



(d) Nonoi

4 CONCLUSÃO

A análise dos elementos do clima oriundos das estações meteorológicas de UHE Foz do Chapecó Barramento, Caibi, Chapecó e Nonoai aponta similaridade entre todas as variáveis. Porém foram verificadas pequenas diferenças no comportamento desses elementos associados a fatores locais, como o modelado do relevo da área e também a atuação diferenciada, no tempo e no espaço, de condições atmosféricas distintas, representativas dos sistemas atmosféricos instáveis e estáveis que atuaram no sul do Brasil, no decorrer do período de março a agosto de 2013.

Neste período não houve atuação de fenômenos globais na dinâmica atmosférica regional e mesmo assim esta ficou um tanto atípica, resultando em meses mais chuvosos e outros mais secos em boa parte do sul do Brasil e na área de influência da Usina.

Esta situação interferiu no comportamento do clima local, provocando oscilações ou anomalias climáticas nos principais elementos do clima, precipitação, temperatura e umidade relativa do ar.

A precipitação apresentou uma distribuição heterogênea no decorrer do período, com meses anormalmente positivos com precipitação acima da média e outros negativos, com totais de chuvas abaixo da média climática. Apesar dessas anomalias ou variações, o total de precipitação do período ficou acima da média, com 143,6 mm em Chapecó, 60,8 mm na UHE Foz do Chapecó Barramento, 175,6 mm em Caibi e 211,4 mm em Nonoai.

As temperaturas foram extremamente influenciadas pelo comportamento da nebulosidade presente nos sistemas atmosféricos instáveis, assim como pela atuação das massas de ar, resultando em oscilações nas temperaturas médias na área de influência da Usina. Na UHE Foz do Chapecó e Caibi, as temperaturas médias ficaram acima da média climática e em Chapecó e Nonoai, abaixo.

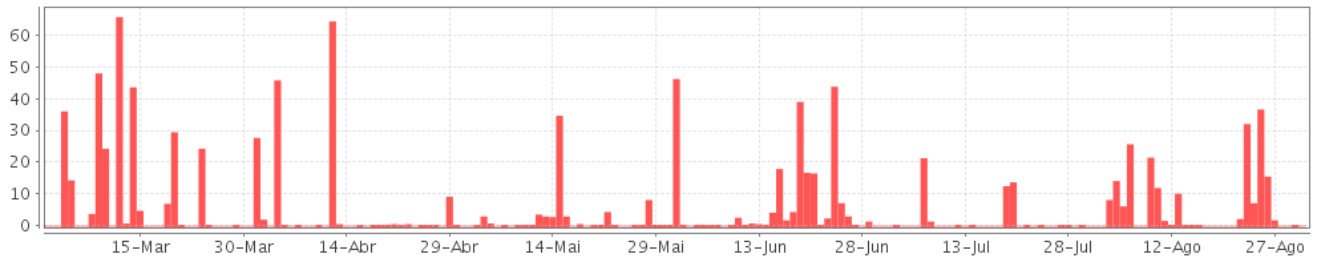
O comportamento da umidade relativa do ar também foi influenciado pela dinâmica dos sistemas atmosféricos que atuaram no sul do Brasil, com reflexo na área de influência da Usina, e por efeitos locais, como a proximidade de rio e de áreas residenciais.

A análise dos dados das estações meteorológicas correlacionadas à dinâmica atmosférica regional não evidenciou possíveis alterações de clima associadas à formação do lago. Para esta conclusão foram analisados,

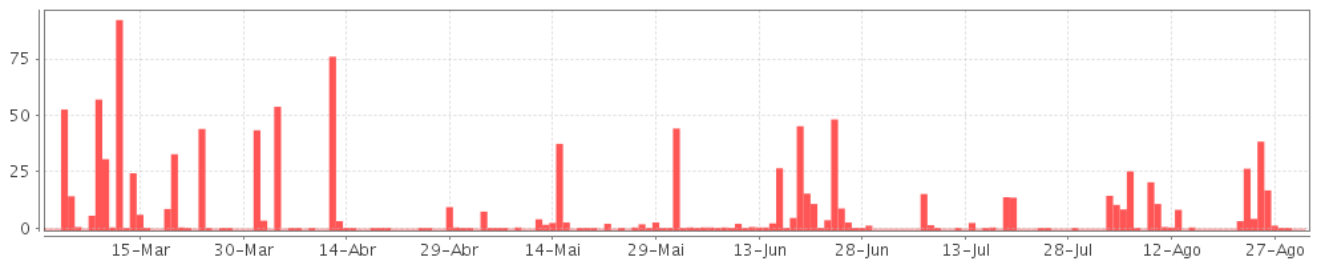
diariamente, os dados das estações meteorológicas automáticas da área de influência da Usina e monitoradas as condições atmosféricas regionais e locais.

5 ANEXO

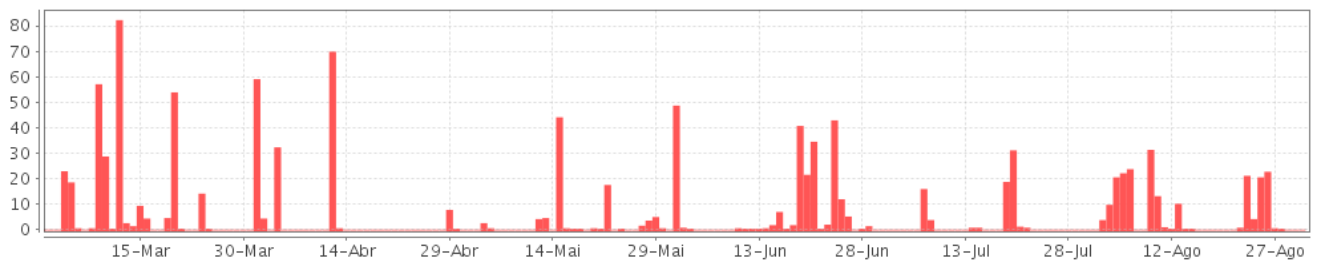
Figura 12- Precipitação - Soma Diária (mm)



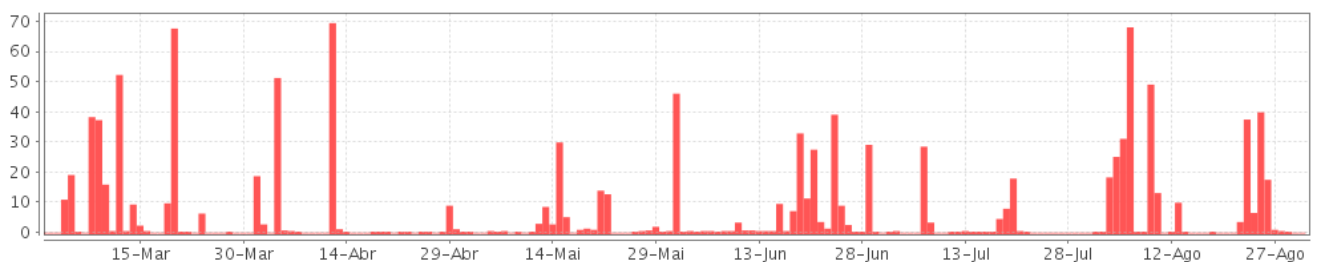
(a) UHE Foz do Chapecó Barramento



(b) Caibi



(c) Chapecó



(d) Nonoai