

Anexo 2
Relatório Consolidado do Monitoramento Climático
Dezembro 2000 a Dezembro 2011

RELATÓRIO DO

**PROJETO DE MONITORAMENTO
CLIMÁTICO NA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA
DO EMPREENDIMENTO CERAN**

Autor: Osvaldo Luiz Leal de Moraes

Laboratório de Física da Atmosfera

Departamento de Física

Universidade Federal de Santa Maria

Janeiro de 2012

Elaborado por: Osvaldo L. L. Moraes 	Verificado por:  Diogo de Oliveira Ferret Analista Ambiental CERAN - Cia. Energética Rio das Antas	Aprovado por: 
--	---	---

1. INTRODUÇÃO

Entre dezembro de 2000 e dezembro de 2011 o Laboratório de Física da Atmosfera (LuMet) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) conduziu, sob a contratação da Companhia Energética do Rio das Antas (CERAN), monitoramento climático na área de influência direta do Complexo energético formado pelas Usinas Castro Alves, 14 de julho e Monte Claro. Este relatório contém os resultados deste monitoramento que consistiu de campanhas intensivas e monitoramento padrão.

As campanhas intensivas, realizadas em novembro/dezembro de 2001, junho/julho de 2002 e maio/junho/julho de 2005 tiveram como objetivo descrever a distribuição de energia resultante do processo de partição da energia solar e que impactam o clima local. O monitoramento padrão, que consistiu da instalação de duas estações meteorológicas automáticas, posicionadas em locais estrategicamente escolhidos, objetivaram acompanhar o clima local e fazer comparações com as características climáticas reportadas para a região, para o Brasil e para o Globo.

O acompanhamento do projeto foi feito, durante os 11 anos do projeto, através da emissão de relatórios mensais (sintéticos) que apresentavam simplesmente as atividades feitas durante o mês, e, relatórios trimestrais que possuíam análise climática do trimestre.

O presente relatório contém uma síntese dos resultados e conclusões obtidas durante todos os anos de monitoramento.

Inicialmente, para efeito muito mais de consolidação do que de exposição, há uma descrição dos processos físicos que modelam o clima em uma região com as características daquela onde se encontram o Complexo. O conhecimento científico, descrito aqui, é que deu fundamentação aos experimentos e possui um caráter único. Foi a primeira vez, no Brasil, que um empreendimento energético usou o estado da arte das Ciências Atmosféricas para prever e verificar o impacto no clima local deste empreendimento.

Na seção seguinte o relatório apresenta os padrões climáticos do Brasil e que dão suporte ao monitoramento realizado.

Posteriormente, este relatório descreve a sequência dos relatórios trimestrais que foram elaborados com resultados ilustrativos.

E, para finalizar, são apresentadas as conclusões.

Os objetivos do projeto foram:

- 1.1 Instalar rede de monitoramento climático, nas proximidades das barragens, com a instalação de estações meteorológicas automáticas;
- 1.2 Realizar campanhas de observações meteorológicas intensivas, antes e após a construção das barragens, para estudo sistemático dos efeitos do empreendimento sobre o clima local;
- 1.3 Estabelecer convênios de cooperação com a FEPAM e EMBRAPA (Bento Gonçalves) para desenvolver uma rede de monitoramento climático regional;
- 1.4 Sistematizar, viabilizar e disseminar as informações climatológicas para o planejamento ambiental e gestão ambiental;
- 1.5 Formar um banco de dados, de todos os parâmetros meteorológicos relevantes, com séries temporais abrangentes para quantificar com exatidão o efeito climático resultante do empreendimento.

De maneira geral pode-se afirmar que TODOS os objetivos foram integralmente cumpridos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Alterações climáticas ocorrem por efeitos naturais e/ou antropogênicos. A intensidade, duração e área de abrangência destas alterações dependem também da intensidade, duração e área de abrangência das fontes causadoras. Ou seja, existe uma relação direta, e quase linear, entre causa e efeito. Particularmente, alterações climáticas que resultam da construção de barragens são fortemente correlacionadas com a área da superfície líquida que será criada, pois esta área afetará diretamente o balanço local de energia entre a atmosfera e os demais componentes do sistema climático (solo, biosfera, criosfera e oceanos). A quantificação do impacto ambiental causado por um

emprego deste tipo requer, então, a associação entre o conhecimento teórico e a atividade prática.

Sistemas meteorológicos que se estabelecem em regiões montanhosas e, particularmente em vales, são usualmente referenciadas como Circulações de Mesoescala. Esta denominação advém do fato de que as escalas espaciais e temporais dominantes neste tipo de topografia são menores do que as escalas sinóticas e maiores do que as escalas locais.

Diversos modelos teóricos e numéricos estão hoje disponíveis para o estudo e análise destes fenômenos meteorológicos, modelos estes divididos em uma classe hierárquica muito grande, dependendo da complexidade das informações disponibilizadas.

De um modo geral, entretanto, é sabido que a circulação atmosférica e, conseqüentemente, o sistema climático que caracteriza uma região montanhosa é resultante do aquecimento diferencial existente entre as paredes do vale e o ar, em mesma altitude, em um ponto distante das paredes. Adicionalmente, se a base deste vale é coberta por água a diferença no calor específico da água e da terra também determinará outro mecanismo gerenciador deste sistema. Mas, embora sejam estes os mecanismos físicos responsáveis pela dinâmica atmosférica, as características da circulação atmosférica e do clima, em uma particular região, depende das características locais (profundidade e largura do vale, extensão da região coberta por água, características e cobertura vegetal do terreno) e globais (localização geográfica, época e estação do ano, efeitos sinóticos).

Entre os efeitos de grande escala, a região da bacia dos rios Taquari/Antas, é afetado pelo anticiclone Polar e o anticiclone Atlântico. O Primeiro é fonte de ar frio e ocorre, geralmente, no período abril-outubro. O segundo, devido a efeitos de subsidência, é responsável por estabilidade do tempo e pode ocorrer em qualquer época do ano.

Alteração de tempo e de clima em um sistema individual, como no caso de um vale, ocorre basicamente por alteração de um ou mais fatores locais. Por exemplo, em uma região montanhosa o clima pode ser afetado com a mudança da cobertura vegetal das paredes das encostas. O desmatamento e a troca da vegetação nativa pode afetar o clima. Também, a alteração da bacia

de água pode contribuir para mudanças climáticas locais. Em outras palavras: alterações na superfície afetam o clima. Para propósitos climáticos define-se uma "superfície ativa" como o plano principal da atividade climática em um sistema. Este é o nível onde a maior parte da energia radiante é absorvida, refletida e emitida; onde as principais transformações de energia (de radiante para térmica, de sensível para latente) e massa (mudanças nos estados físicos da água) ocorrem; onde a precipitação é absorvida; e onde a maior parte do arrasto sobre o vento é sentida. Assim, o conhecimento exato das características da superfície (extensão, inclinação, tipo de cobertura, calor específico, albedo, etc.) são exigências fundamentais para compreender os seus efeitos sobre o clima.

A energia solar disponível em uma determinada localidade é chamada de radiação líquida. Essa energia é usada para aquecer a superfície (calor sensível, H) e para promover evaporação da umidade presente (calor latente, LE). A razão entre essas duas componentes é chamada de razão de Bowen ($B=H/LE$). Superfícies de água apresentam valores baixos de B , com a maior parte da radiação líquida sendo usada para promover evaporação, enquanto que lugares secos apresentam grandes B , sendo a energia direcionada para aquecer a superfície.

O alagamento de uma área causa uma mudança no tipo de superfície, com aumento do fluxo de calor latente e conseqüente diminuição do fluxo de calor sensível, a área tende a ficar mais úmida e menos quente.

Os fluxos de umidade e calor convergem em uma camada chamada "camada limite planetária" (CLP). A espessura dessa camada é pequena durante a noite (em torno de 100 m) e grande durante o dia (ordem de 1000 m), e as variáveis como temperatura e umidade tendem a ser homogêneas (misturadas) na CLP. Se as variáveis forem controladas apenas pelos fluxos de calor sensível e latente (uma suposição razoável na ausência de sistemas de tempo significativos), as evoluções de temperatura (T) e umidade (q) podem ser dadas por:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{H}{h}; \quad \frac{\partial q}{\partial t} = \frac{LE}{h}$$

onde H é o fluxo de calor sensível, LE é o fluxo de calor latente e h é a altura da CLP.

3. EXPERIMENTOS MICROMETEOROLÓGICOS – CAMPANHAS INTENSIVAS

Além do monitoramento padrão, feito com estações automáticas, experimentos meteorológicos foram realizados em Novembro/Dezembro de 2001, Julho/Agosto de 2002 e Mio/Junho/Julho de 2005. A realização destes experimentos, conforme fundamentação científica apresentada acima constituiu um avanço em relação aos monitoramentos básicos em outros experimentos similares, não apenas no Rio Grande do Sul, mas também no Brasil. A concepção destes experimentos repousa no fato de que possíveis impactos climáticos, em empreendimentos desta natureza, são devido à alteração no balanço de energia superficial decorrentes da mudança na cobertura do solo. Assim, o conhecimento com um grau aceitável de certeza do balanço superficial de energia, antes da ação humana, em determinado local, e a sua comparação com o balanço de energia após o efeito antropogênico, é a única maneira de estimar como tal ação impacta o clima.

Os resultados dos experimentos citados acima foram usados em modelos de grande complexidade, para predizer como a CERAN pode afetar o clima na sua área de influência direta. Os resultados deste estudo foram, utilizados por técnicos da EMBRAPA Uva e Vinho para estimar o impacto desta alteração climática nas videiras e vinhos produzidos na região.

O sucesso das pesquisas efetuadas possibilitou ao Laboratório de Física da Atmosfera, da Universidade Federal de Santa Maria, solicitar apoio financeiro ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Processo 471584/2003-7) para estudos mais refinados. Esta campanha de 2005, por ter sido mais complexa está descrita a seguir.

3.1 METODOLOGIA – DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL

O experimento desenvolveu-se em três sítios observacionais, a saber: São Roque, localizada a $29^{\circ} 1' 22''$ S, $51^{\circ} 26' 38''$ W, 600 metros acima do nível do mar. Balsa do Rio da Prata, localizada a $28^{\circ} 58'$ S, $51^{\circ} 27' 30''$ W, 200 metros acima do nível do mar e Torre Dal Pizol, $28^{\circ} 56' 30''$ S, $51^{\circ} 29' 28''$ W, 650 metros acima do nível do mar. Em cada uma destas torres sensores de resposta rápida e resposta lenta, detalhas na tabela a seguir, coletaram dados com frequência de 1 Hz (1 vez a cada segundo) e a 10 Hz (dez leituras por segundo).

O objetivo desta distribuição espacial de observação foi descrever as características da circulação atmosférica na região interna ao vale, na região imediatamente fora do vale e em uma região distante do vale. Também procurou-se fazer um estudo quantitativo do balanço de energia nestes três sítios bem como a importância deste balanço no sistema climático regional.

Este balanço de energia, conforme descrito anteriormente é crucial para o entendimento e predição de possível impacto, no mesoclima, da ação antropogênica através da construção do Complexo hidrelétrico.

A figura a seguir mostra a localização dos sítios experimentais, e, posteriormente, ilustra-se a topografia e uso do solo na área de estudo. As imagens são do LANDSAT com resolução de 30 metros.

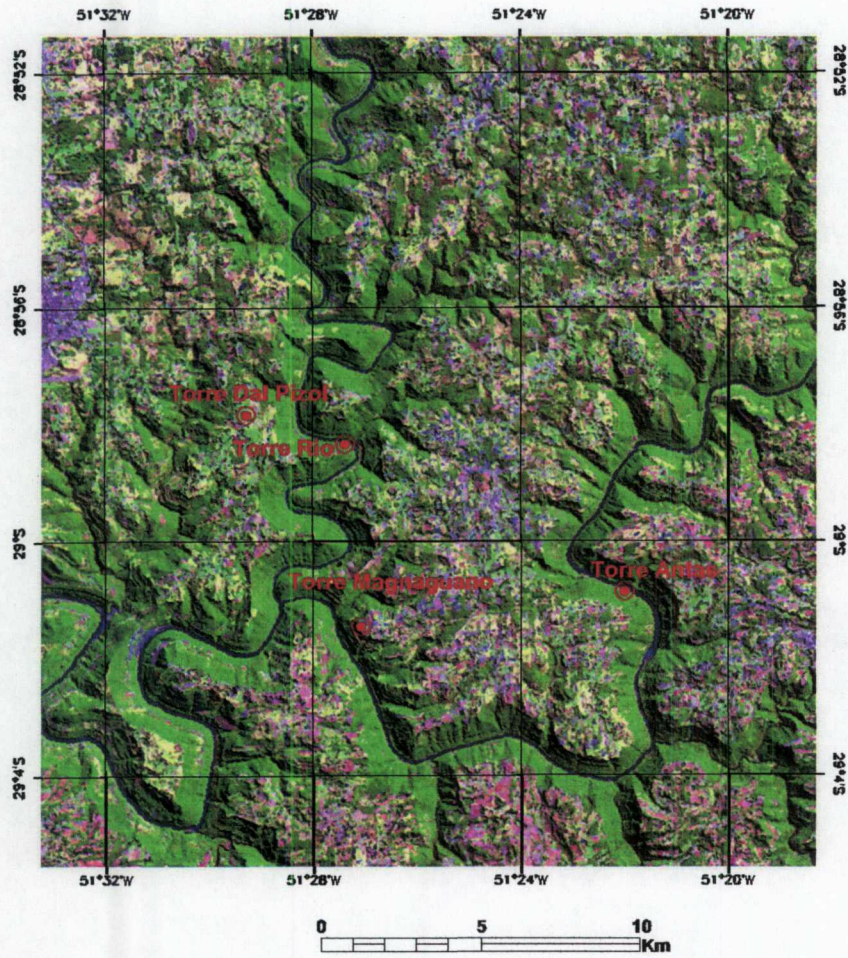


Figura 1: Topografia da região, em resolução de 30 metros, com a localização das torres usadas na terceira campanha intensiva (2005).

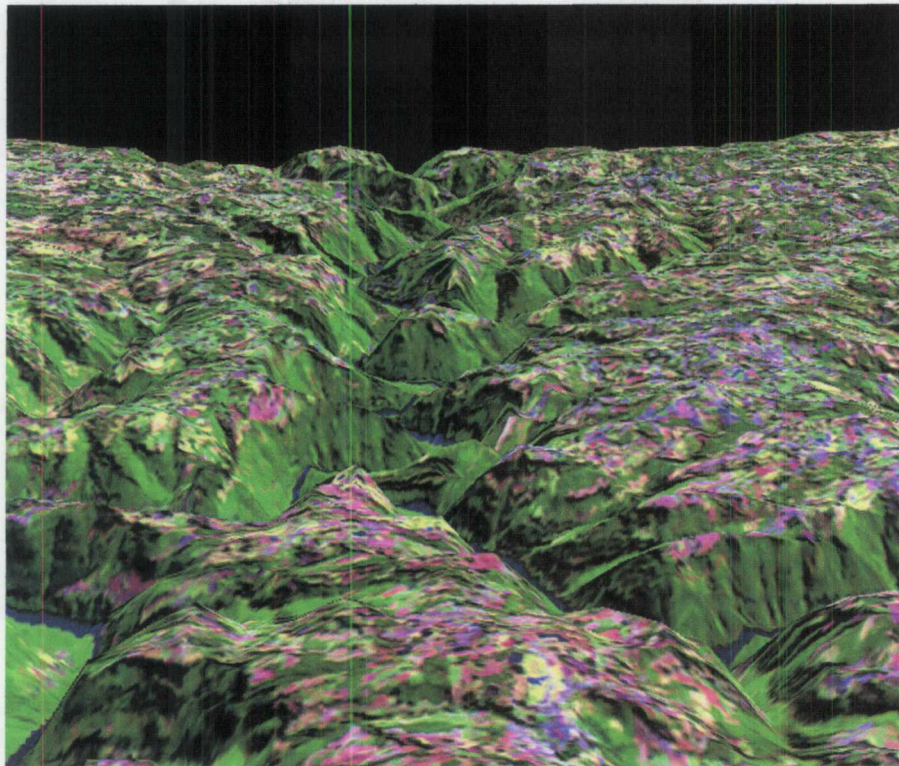


Figura 2: Vista da mesma região com ângulo de visada de 10 graus.

3.2 Calibração e Sensores

Antes do período experimental os instrumentos foram calibrados e intercomparados no campo e em laboratório. As figuras a seguir ilustram este procedimento e os sensores usados em cada experimento.



Figura 3: Calibração dos anemômetros R.M. Young, realizada no sítio experimental de São Roque, imediatamente antes do início da campanha intensiva.

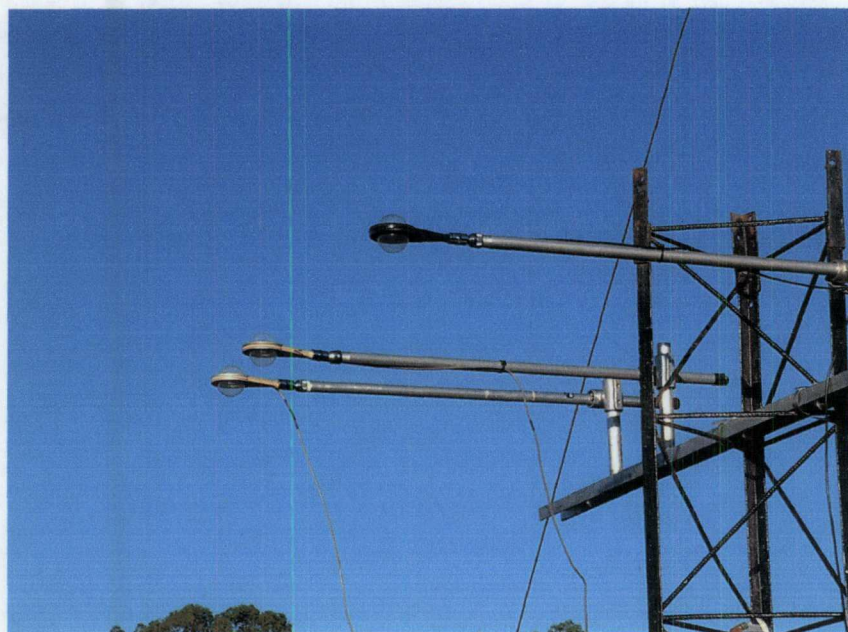


Figura 4: Calibração dos sensores de **saldo de radiação**, realizada no laboratório da UFSM, antes do início da campanha intensiva.

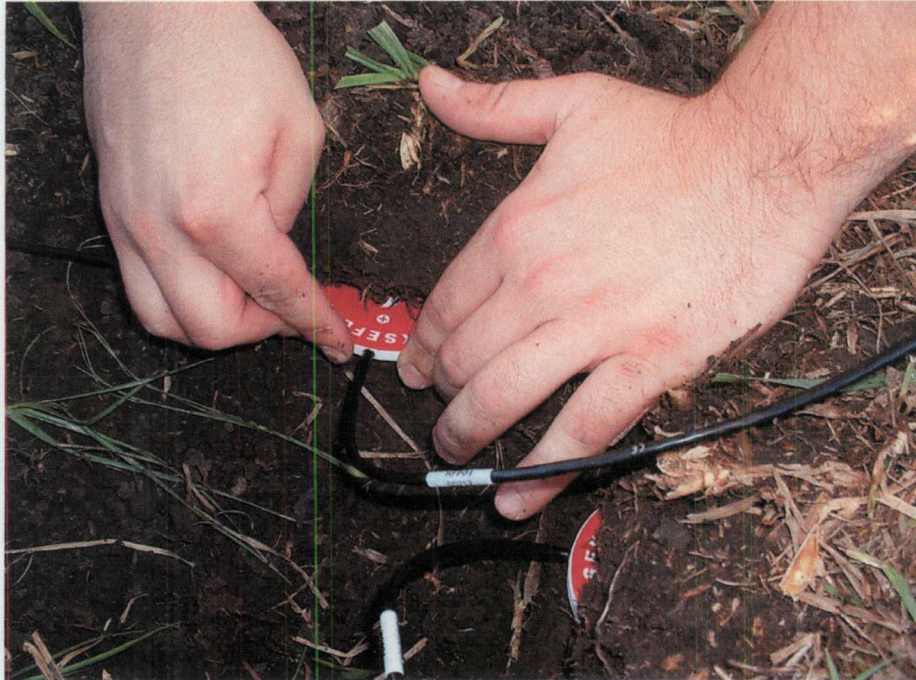


Figura 5: Calibração dos sensores de **fluxo de calor no solo**, realizada no laboratório da UFSM, antes do início da campanha intensiva.

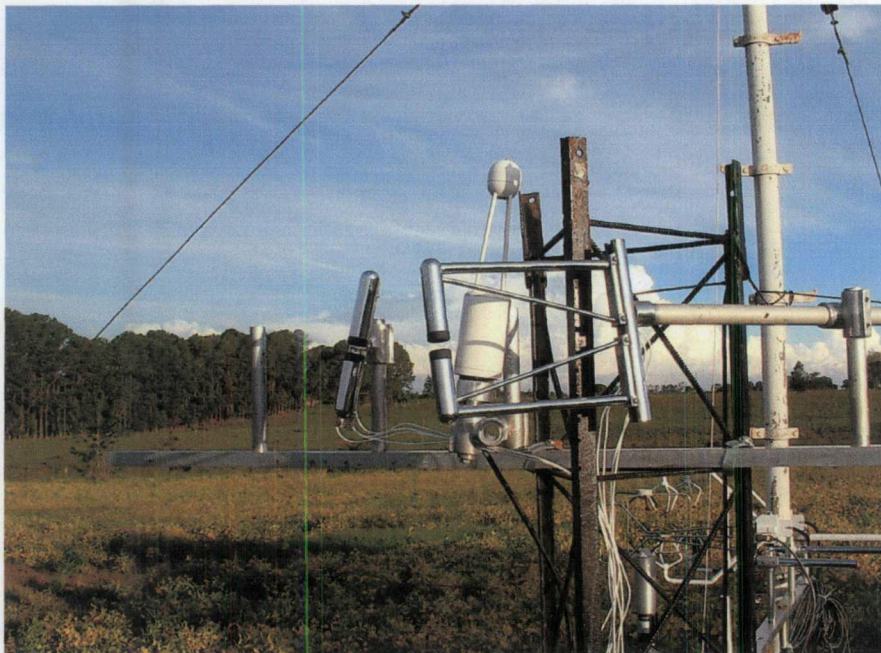


Figura 6: Calibração dos sensores de **fluxo de calor latente**, realizada no laboratório da UFSM, antes do início da campanha intensiva.



Figura 7: Calibração dos **anemômetros sônicos**, realizada no laboratório da UFSM, antes do início da campanha intensiva.

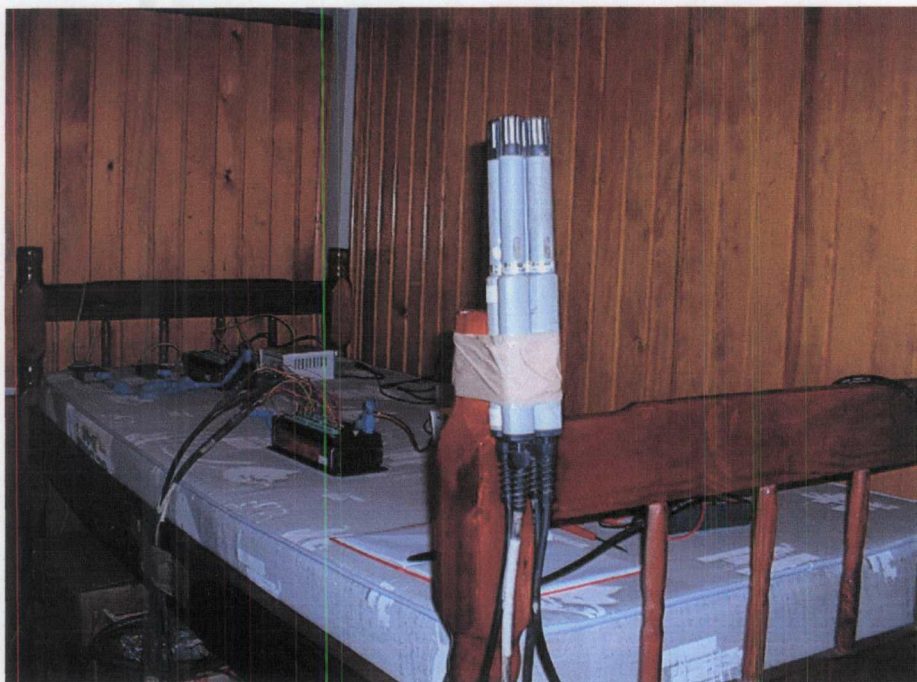


Figura 8: Calibração dos sensores de **temperatura e umidade relativa**, realizada no laboratório em Nova Roma do Sul, antes do início da campanha intensiva.

3.3 Descrição das Torres nos três Sítios

3.3.1 Torre da Balsa do Rio da Prata

As fotografias seguintes ilustram a distribuição de equipamentos e sensores na Torre da Balsa no Rio da Prata. Como é possível verificar esta torre foi instalada na borda do rio de modo a caracterizar a verdadeira influência do mesmo na equipartição de energia.

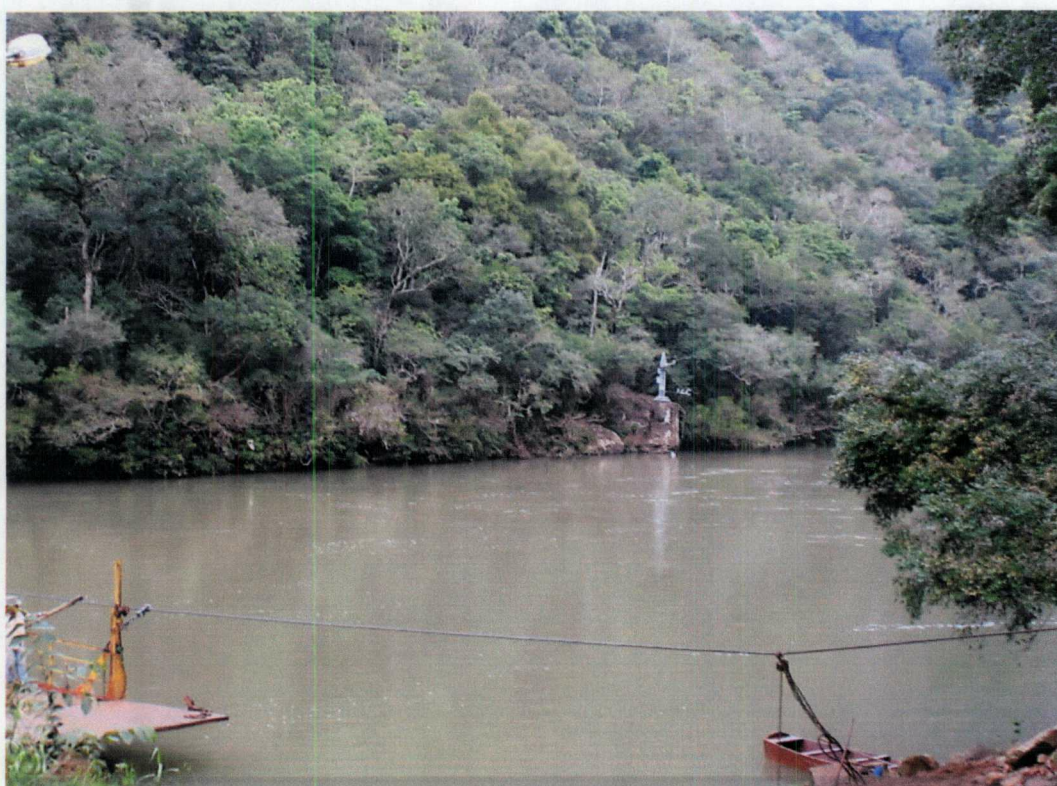


Figura 9: Vista da torre Balsa do Rio da Prata.

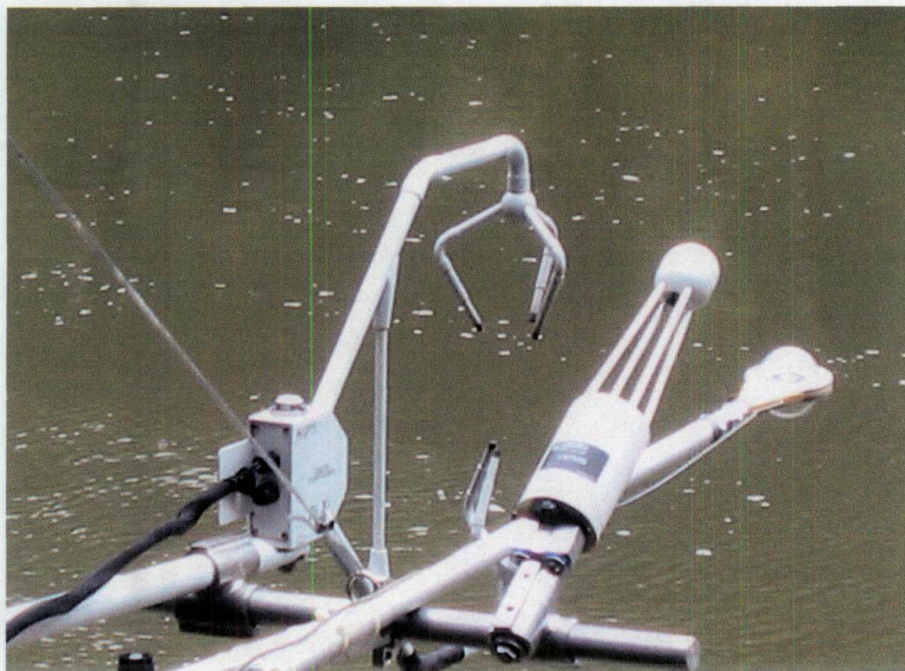


Figura 10: Sensores de fluxo na torre do Rio da Prata;

3.3.2 Torre Dal Pizzol ou Torre de Controle

As fotografias seguintes ilustram a distribuição de equipamentos e sensores na Torre localizada fora da área de influência do Vale. O objetivo de localizar a mesma em tal tipo de topografia foi verificar a equipartição de energia em uma área de maior abrangência, isto é, na Bacia do Taquari-Antas.



Figura 11: Torre de Controle

3.3.3 Torre de São Roque

As fotografias seguintes ilustram a distribuição de equipamentos e sensores na Torre localizada no topo do vale. O objetivo de localizar a mesma em tal posição foi o de verificar se alterações efetuadas no interior do Vale são sentidas além do mesmo.



Figura 12: Sensores de fluxo na torre de São Roque.

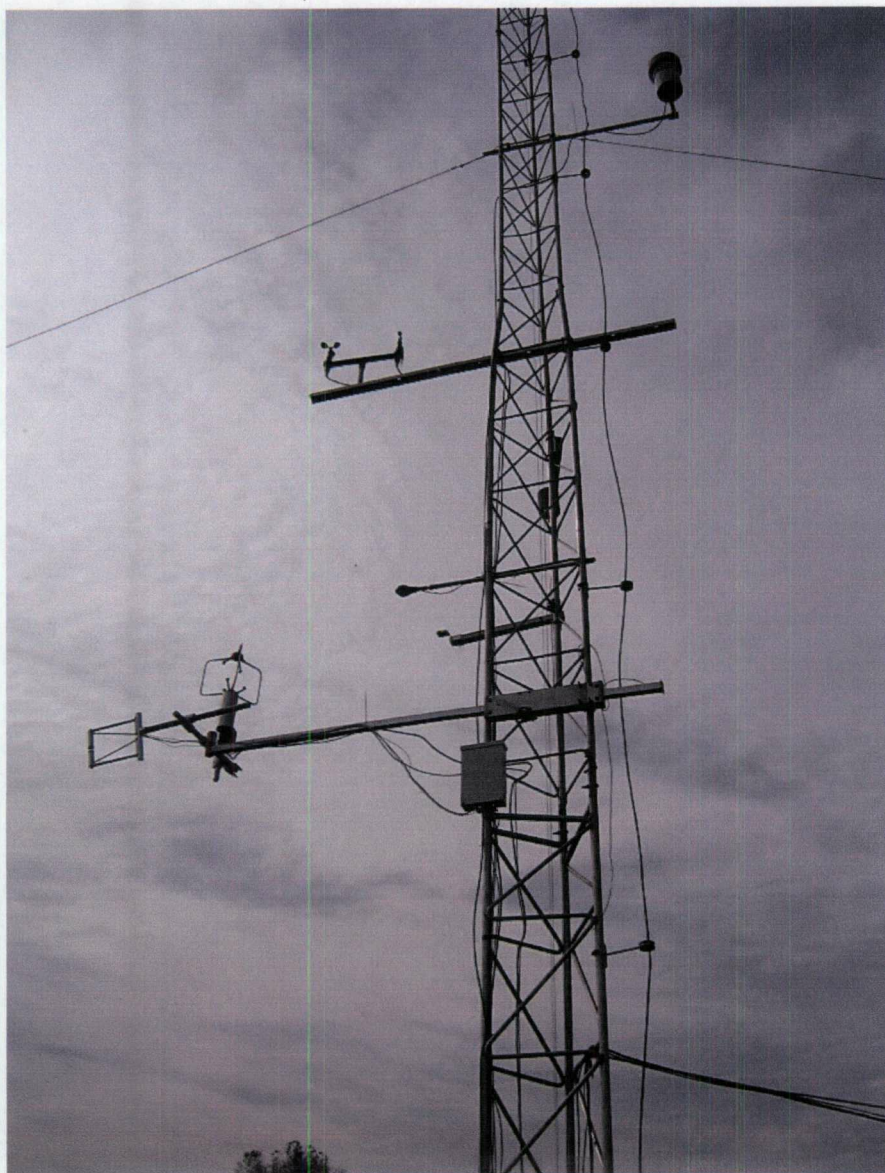


Figura 13: Outra visão da torre de São Roque.

3.3.4 Sistemas de Aquisição e Armazenamento de Dados

Em cada uma das torres um sistema de coleta e armazenamento de dados, com fornecimento de energia, foi instalado. Este sistema era composto por dois microcomputadores (tipo PC ou Notebook), estabilizador de energia, transformador de 220 V para 12V corrente contínua e interface (datalogger) sensores – computadores. As fotografias seguintes ilustram tal sistema na Torre Dal Pizzol.



Figura 14: Abrigo construído para o sistema de aquisição de dados;

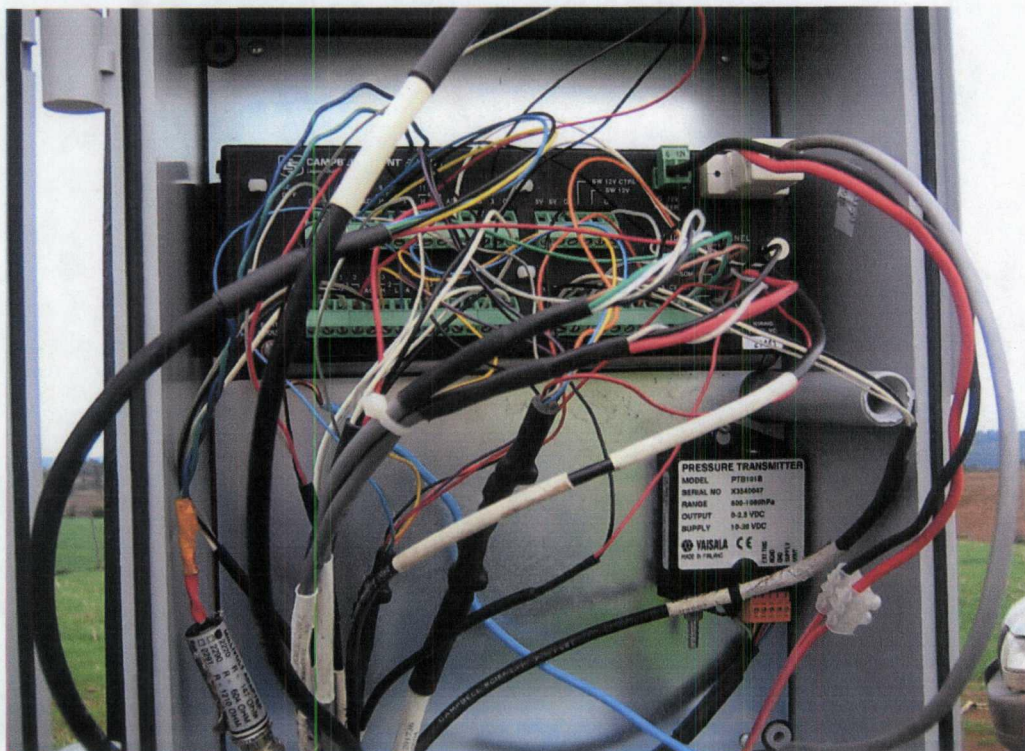


Figura 15: O sistema de aquisição de dados.

3.4. RESULTADOS

3.4.1 Síntese dos Dados Coletados

Em cada uma das torres, sensores de alta frequência (anemômetros sônicos, analisadores de absorção, fluxímetros de solo e radiômetros), coletando dados com uma frequência de 10 Hz possibilitaram estimar e quantificar o balanço de energia. Simultaneamente, sensores de baixa frequência (anemômetros R.M. Young, termômetros e higrômetros Vaisala HMP45C, termômetros de solo, barômetros, pluviômetros e sensores de radiação (onda longa, onda curta e saldo de radiação) possibilitaram descrever as características climáticas da região. Os gráficos a seguir descrevem, para alguns dias, os resultados obtidos. A informação média extraída destas informações foram utilizadas na modelagem, descrita na seção seguinte.

Cada um dos gráficos seguinte apresenta quatro figuras. Nas figuras superiores encontra-se, no lado esquerdo, o fluxo de calor sensível e temperatura do ar. No lado direito têm-se os forçantes radiativos. Nos painéis inferiores têm-se, no lado esquerdo a umidade do ar e o fluxo de calor latente. No lado direito encontra-se a velocidade e a direção do vento. A combinação deste conjunto de informações (calor sensível + calor latente + calor no solo = saldo de radiação) possibilita conhecer a equipartição de energia bem como a razão de Bowen ($B = \text{calor sensível} / \text{calor latente}$). A importância desta quantidade está descrita na seção 2.2. Também mostra-se nos gráficos que há uma relação direta entre os fluxos e as grandezas usualmente mensuráveis, isto é, fluxo de calor sensível associado a temperatura e fluxo de calor latente associado a umidade do ar. Em outras palavras, o experimento foi concebido para, a partir de informações fundamentais (fluxos) prognosticar os impactos climáticos (temperatura e umidade).

Torre de controle, 13 de maio de 2005

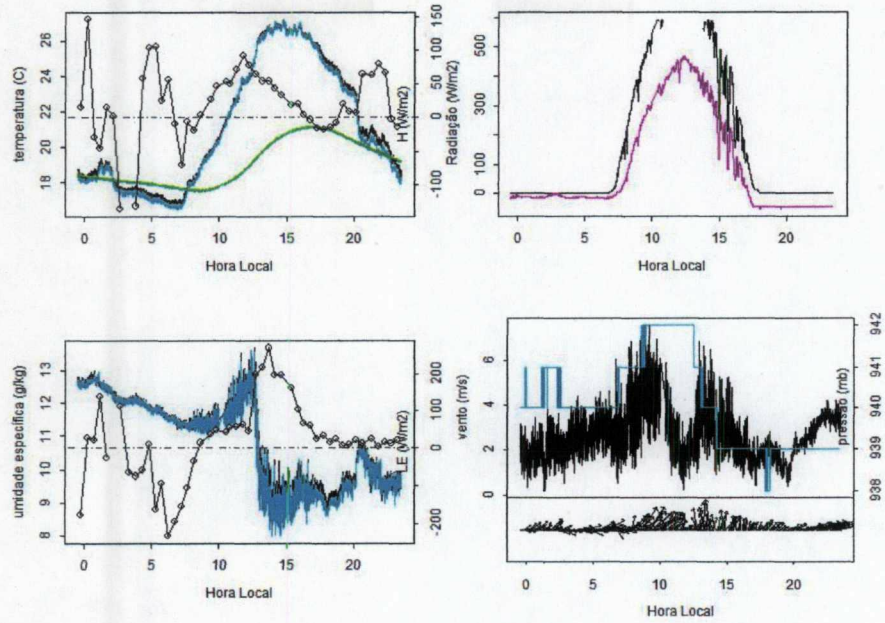


Figura 16: Exemplo dos fluxos amostrados na torre de controle para um dia específico.

Torre do rio, 13 de maio de 2005

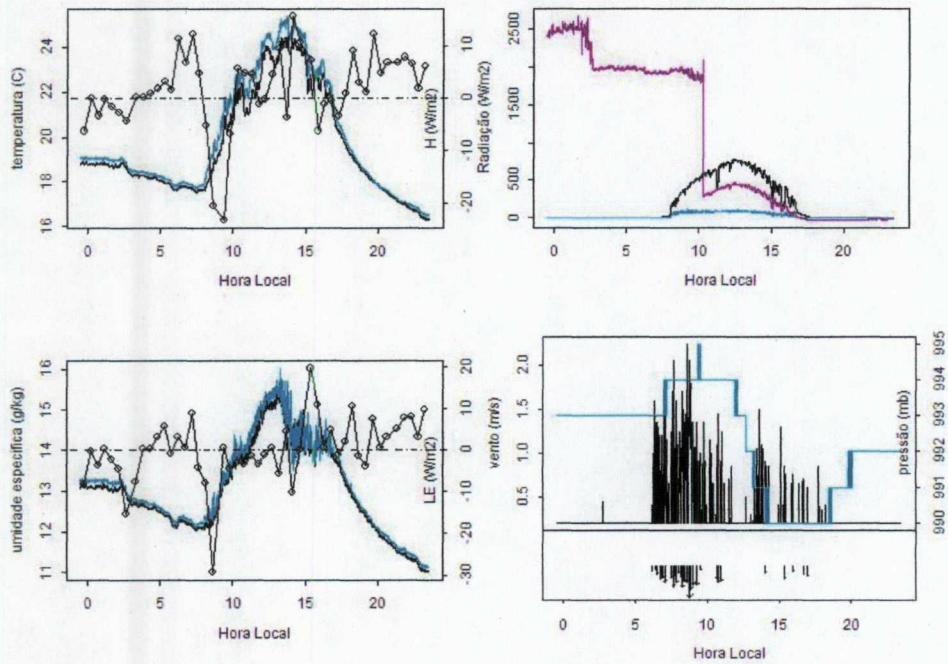


Figura 17: Exemplo dos fluxos amostrados na torre do Rio da Prata para um dia específico.

3.5. CONCLUSÕES DOS EXPERIMENTOS

Os dados coletados nas campanhas intensivas foram usados na modelagem climática que foi feita em três grades aninhadas do Brazilian Regional Atmospheric Model System (BRAMS), que cobriam desde uma extensão regional até um alcance local. A topografia adotada neste estudo foi a mais real possível dentro da resolução do BRAMS.

Para a abordagem do problema propriamente dito foi feita análise dos campos de vento na região de interesse. Esta abordagem usou os mesmos campos adotados no estudo efetuado em 2001 uma vez que o campo de vento deve ser impactado de modo não significativo pela construção das barragens. Por isto concluiu-se que o vento em superfície é aquele esperado, estando canalizado ao longo do Vale, mudando de direção com o passar do tempo e apresentado a típica circulação vale-montanha. Da mesma forma identificou-se um vento de pequena intensidade ao longo da noite e mais forte ao longo do dia. Este resultado é muito importante, pois permite esperar que efeitos de transporte de umidade e calor, por exemplo, sejam mais significativos em períodos diurnos do que em períodos noturnos. Em outras palavras: o campo de vento resultante da modelagem indica que nos períodos críticos, durante a existência da Camada Limite Noturna Estável, os efeitos do lago são restritos a área do reservatório. Nos períodos convectivos, isto é, durante a existência da Camada Limite Instável, os efeitos podem ser sentidos em pontos mais distantes. Entretanto, neste caso, as grandezas escalares são facilmente difundidas pela turbulência atmosférica e alcançam pequenos índices de concentração, isto é, a turbulência exerce o papel de diluir sobre uma extensa região qualquer impacto que seria sentido em uma pequena extensão.

Após o estudo do campo de vento o modelo foi inicializado para cenários que descrevem a atual situação e cenários que descrevem a situação futura.

Os resultados do RAMS podem ser sumarizados pelas seguintes figuras:

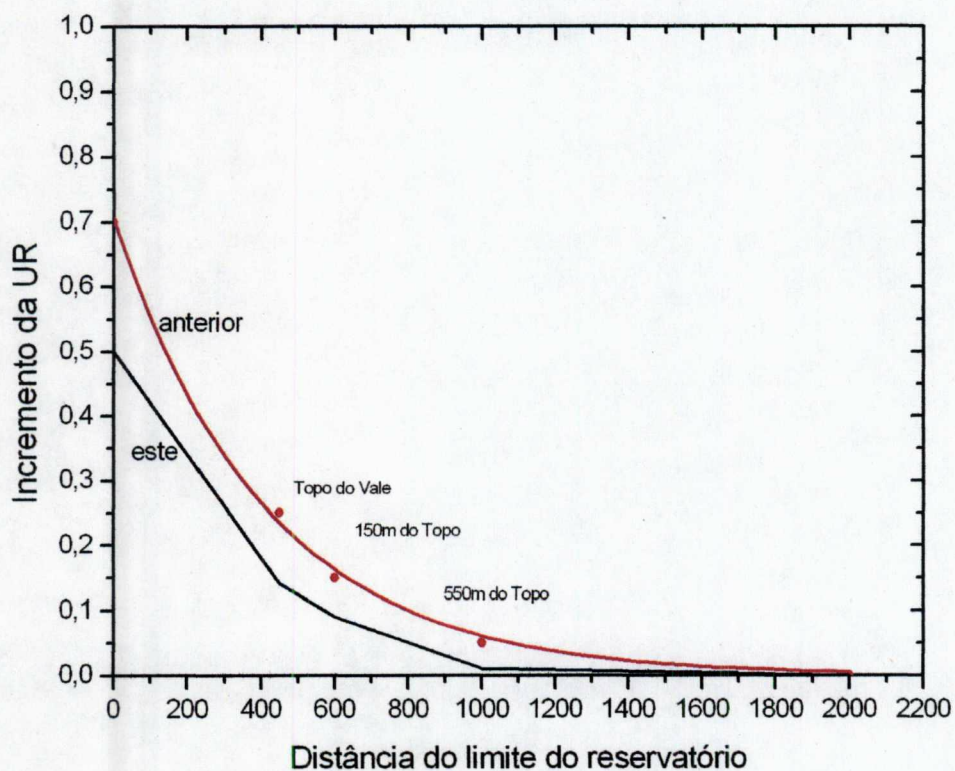


Figura 18: Resultados após o experimento de 2005 de previsão de incremento da umidade relativa comparados com os resultados previstos nas campanhas de 2001 e 2002.

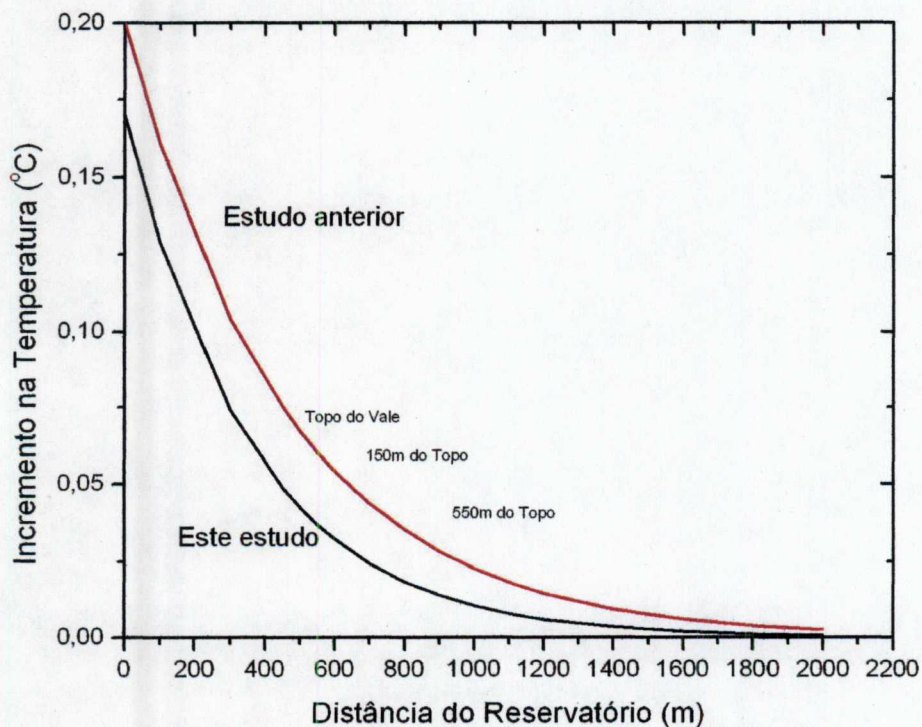


Figura 19: Resultados após o experimento de 2005 de previsão de incremento da temperatura do ar comparados com os resultados previstos nas campanhas de 2001 e 2002.

Nas figuras acima compara-se os resultados obtidos do experimento de 2005 com os resultados do estudo anterior (resultante dos experimentos de 2001 e 2002), a influência dos barramentos nos incrementos de temperatura e umidade relativa.

A elevação na umidade relativa média, indicada pelo estudo anterior seria de 0,7% no limite do reservatório, de aproximadamente 0,25% no topo do vale e praticamente inalterável a 2 quilômetros do limite do reservatório. Com os refinamentos efetuados nesta campanha, estes valores são de 0,5% no limite do reservatório, de aproximadamente 0,15% no topo do vale e praticamente inalterável a 1,5 quilômetros do limite do reservatório.

A elevação na temperatura média, indicada pelo estudo anterior seria de 0,2 °C no limite do reservatório, de aproximadamente 0,08 °C no topo do vale e

praticamente inalterável a 2 quilômetros do limite do reservatório. Com os refinamentos efetuados nesta campanha, estes valores são de 0,16 °C no limite do reservatório, de aproximadamente 0,05 °C no topo do vale e praticamente inalterável a 1,8 quilômetros do limite do reservatório.

3.6. APLICAÇÃO DOS RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS PELA EMBRAPA UVA-VINHO

Os dados coletados nas campanhas intensivas de 2001 e 2002 foram usados por pesquisadores do EMBRAPA UVA-VINHO (Bento Gonçalves), liderados pelo Dr. J. Tonietto, para avaliar o impacto das alterações climáticas, apontadas e reportadas na seção anterior, na qualidade da Uva e do Vinho produzido na região. Este estudo foi apresentado na "Joint International Conference on Viticultural Zone – 2004, realizado na África do Sul, sob o Título: *"METHOD FOR THE EVALUATION OF CLIMATIC CHANGES ENVISAGING THE PROTECTION OF GRAPE-GROWING TERROIRS: THE GEOVITICULTURE MCC SYSTEM IN THE EVALUATION OF THE POTENTIAL IMPACT OF THE CONSTRUCTION OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON VITICULTURE"*. O resumo deste trabalho, no original, está copiado abaixo.

The research, conducted in 2002, has aimed at estimating, a priori, how the mesoclimatic change, conditioned by the construction of 3 hydroelectric power plants, will affect the qualitative potential of the grape-growing region of the Serra Gaúcha (Rio das Antas Valley), Brazil. The power plants will begin to operate between 2004 and 2007, and their total capacity will amount to 360 MW. The total inundation surface will be 11,4 km². The vine growers requested to get an idea about how a possible climatic change, caused by this man-made action, could affect the vineyard potential of this region. According to the Géoviticulture Multicriteria Climate Classification System (Géoviticulture MCC System), the region has the climate IS-2 IH+1 IF-1 ("humid,

temperate warm, with temperate nights"). The system, which offers several tools for viticultural zoning studies on different scales, employs 3 viticultural climatic indices of reference (Dryness Index – IS, Heliothermal Index - IH, and Cool Night Index - IF). These indices are representative of the variability of the viticultural climate related to the requirements of the grape varieties, the quality of the grapes (sugar, color, flavor) and the characteristics of the wines. In a first stage of the study, numerical climatic modeling with the RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), version 4.3, was employed at the meso- and macroclimatic level in the region of the power plants. Four situations were simulated: vineyard at the foot of the valley – FV – (location right at the riverbanks) – (1) Current Climate (CA-FV) and (2) Future Climate (FC-FV); at the top of the valley – HV – (416m higher and at a horizontal distance of 102m in relation to FV) – (3) Current Climate (CA-HV) and (4) Future Climate (CF-HV). The CF demonstrates the situation with the strongest potential impact where the surface to be flooded is the largest. Equally, a study on the evolution of the climatic change was conducted starting from the river up to the disappearance of these effects in the region. The climatic variables, concerning the temperatures (minimum, maximum and average), rain, Rg, insolation, air humidity and speed of the wind were modeled at a monthly rate. The potential evapotranspiration was calculated. In the following, the indices IH, IS and IF were calculated, using the functions of the System, for CA as well as for CF in the situations FV and HV. The results have shown that the viticultural climate does not change class in the future climate. For IH at the foot of the valley, the value 2.488 (CA-FV) changes to 2.483 in the future climate (CF-FV). At the top of the valley the IH changes from 2.451 (CA) to 2.433 for CF. In this way, no significative influence on IH was observed. For IF it is not possible to observe a climatic change in the period of reference of the index (March) except for the period

from December to February, with an increase of 0,1 to 0,2°C in the future climate for the two situations (FV and HV). The IS shows values between 4 and 6 mm higher in the future climate when compared with CA, be it for FV or HV. The result is above all a consequence of a slightly higher precipitation and of a slightly weaker ETP in the future climate. The study has allowed to estimate that the construction of the three hydroelectric power plants will not change the macroclimate, but should cause a change at the level of the local climate (topoclimate), as an effect of an increase of the IS and of the reduction of the IF, restricted to internal areas (slopes of the Rio das Antas Valley). The change tends towards zero at a certain distance from the valley (more than 1000m distance from the river). This change is potentially negative for the qualitative characteristics of the grapes. However, it is of very weak intensity. A 3D chart of the power plants region with the surface to be flooded has been produced. A study on the long-term climatic conditions is currently being performed aiming at the evaluation of the real climatic change and its influence on the viticulture.

Referência Bibliográfica

TONIETTO, J.; MORAES, O.L.L. de; HASENACK, H. Méthode d'évaluation du changement climatique envisageant la protection des terroirs viticoles : le Système CCM Géoviticole dans l'évaluation de l'impact viticole potentiel en fonction de la construction des usines hydroélectriques. In: JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE ON VITICULTURAL ZONING, 2004, Cape Town. *Proceedings*. Cape Town, South Africa, South African Society for Enology and Viticulture - S.A.W.W.V. / Organization Internationale de la Vigne et du Vin - O.I.V. / GESCO, 2004. p.253-259. CD-ROM. (Viticultural Terroir Zoning 2004).