Abaixo está a carta resposta dos comentários dos revisores do artigo titulado:

 **Evaluation of Thermodynamic Indexes in Rainfall Prediction in Belém-PA: the Alternative Use of Atmospheric Surveys by Satellite**

Avaliação dos Índices Termodinâmicos na Previsibilidade de Chuvas em Belém-PA: o Uso Alternativo de Sondagens Atmosféricas por Satélite

- **Comentários gerais**

O artigo apresenta um breve ensaio no uso de sondagens dos satélites NOAA
para determinação de índices de instabilidade que por sua vez são usados
para prever chuva a curto prazo em Belém do Pará. Apesar de ser um tema de
interesse para a área de previsão de tempo, o artigo não traz novidades e
padece de algumas limitações. A análise de desempenho de previsões
através dos indicadores obtidos a partir de Tabelas de Contingência só
tem real significado para grandes amostras. No caso de chuvas convectivas
esse problema é particularmente sério. A validação da previsão através
de uma única estação também limita a habilidade de verificar a
previsão. Idealmente deveriam ser usadas várias estações pluviométricas
ou estimativas de chuva por satélite do tipo TRMM. A argumentação de que
está sendo usada apenas a estação pluviométrica com dados horários pode
ser sanada em parte com uma metodologia baseada em chuva diária.   Mais
detalhes estão nos comentários específicos a seguir.

**Resposta**: O objetivo principal do artigo é avaliação do desempenho dos índices termodinâmicos, estimados por satélites orbitais, na previsibilidade de chuva a curto prazo em Belém do Pará. No entanto, é importante ressaltar que a região Norte carece de estações convencionais meteorológicas e de altitudes devido ao difícil acesso as áreas remotas e a manutenção das mesmas se torna complexa. O intuito do trabalho é investigar se os resultados dos índices termodinâmicos (com seus valores clássicos das literaturas prévias) das sondagens remotas, podem também serem utilizados como mais uma ferramenta para auxílio na previsão de curto prazo, juntamente a outros recursos operacionais, como imagens de satélites, dados de radar meteorológicos, etc, o que seria extremamente vantajoso em áreas de difícil acesso como na Amazônia, pois, o recurso do sensoriamento remoto possui maior cobertura espacial e temporal, que as radiossondagens convencionais.

O estudo de índices termodinâmicos, calculadores através de sondagens estumadas por satélites, é importante e utilizado em algumas regiões do Brasil, porém para a Amazônia ainda há poucos estudos referentes ao desempenho de tais índices na previsão de chuva ou até mesmo na validação dos perfis atmosféricos estimados por sondadores satelitais. Os estudos de Yamazaki et. al, 1987; De Souza e Ceballos, 2006 e Alves et. al, 2015 são voltados para a região Norte, mas com o foco nos perfis atmosféricos com dados oriundos de satélite. Contudo, em relação aos índices termodinâmicos estimados por satélite ainda é possível observar uma carência de pesquisas referentes ao tema, no entanto, o uso de informações destes índices provenientes de radiossondagens convencionais são frequentemente usadas na região, como mostra as pesquisas de Tavares e Mota (2012), Sá Gille e Mota (2014), Santos e Mota (2014).

O incremento de novos dados de precipitação como os estimados por satélite do tipo TRMM é uma sugestão muito agregadora e certamente enriqueceria muito os resultados do nosso artigo. No entanto, entendemos que essa mudança na metodologia estatística acarretaria numa alteração muito brusca no corpo do artigo como um todo. A primeira grande dificuldade estaria na situação atual da crise sanitária que estamos vivendo com a pandemia do novo corona vírus. Os órgãos de origem, do autor e coautores do trabalho, estão funcionando em regime de *home office* o que impossibilita o acesso ao maquinário adequado para manipulação e processamento dos dados para maiores alterações. Além disso, utilizar um novo conjunto de dados de precipitação por satélites, significa processar um produto pouco conhecido por mim, o que seria necessário um tempo maior para que eu pudesse me familiarizar ao banco de dados e, consequentemente, ao recurso computacional que provavelmente seria utilizado para gerar os novos resultados com o mesmo. Com isso, seria necessário, no mínimo o dobro do período que me foi dado para entregar as novas correções.

 **-Comentários específicos**

Pág 1, primeira linha do abstract: substituir “wet convection” por
“moist convection”.

**Resposta**: correção feita

Pag. 1, quarta linha do abstract: substituir “in the rain...” por “for
the rain...”

**Resposta**: correção feita

Pág. 1 última linha, o nome correto do ILEV em inglês é “Lifted
Index”, certo?

**Resposta**: correção feita

Pág. 3, 1º parágrafo, 4ª linha: a radiação solar recebida no topo da
atmosfera numa região próxima ao Equador varia muito pouco ao longo do
ano. A umidade disponível na coluna de ar varia ao longo de ano devido a
que na época seca existe subsidência, ou seja, devido ao fator dinâmico.
Na penúltima linha do parágrafo também é necessário levar em conta a
dinâmica, na época chuvosa com a proximidade da ZCIT os movimentos
ascendentes são fundamentais.  É preciso corrigir esse parágrafo.

**Resposta**: correção feita

Pág, 3, secção 2.1, o estudo enfoca apenas 1 ano de dados o que é
claramente muito pouco para o tipo de estatística de verificação
pretendido.

**Resposta**: A princípio, realmente 1 ano de dados é pouco para a estatística de verificação da previsibilidade de chuvas em relação aos índices termodinâmicos e, sem dúvida, uma série temporal maior resultaria em resultados efetivamente mais assertivos em relação à avaliação proposta pelo nosso estudo. Justamente por isso, a primeira sugestão é que seja aplicada a metodologia num período de dados maior.

No entanto, se levarmos em consideração a amostragem de casos que o nosso estudo avalia, temos uma amostra razoável se compararmos a outros estudos publicados em revistas ou capítulos de livros que utilizaram a mesma metodologia. Por isso, embora tenhamos analisado somente 1 anos de sondagens satelitais no nosso estudo, nossa amostra apresenta **651 casos (número de sondagens satelitais)**.

Desta forma, segue alguns exemplos de artigos prévios publicados com dados meteorológicos, que utilizaram a metodologia da tabela de contingência em amostras significativamente menores que a do nosso estudo (mesmo alguns sendo de um período de tempo superior ao do nosso trabalho) e sua referência bibliográfica, justificando a escolha do período de 1 ano para este estudo prévio:

- Silva et al. (2011): Fizeram uma avaliação da precipitação estimada através do radar S-POL (banda S) e pelo algoritmo 3B42\_V6 do satélite TRMM, durante o experimento do período chuvoso de 1999 do projeto TRMM-LBA na Bacia Amazônica, enfocando-se a variabilidade diária. Para tal, utilizam-se técnicas estatísticas baseadas em tabela de contingência e índices, bem como a análise harmônica. Após análise dos dados, exclusão de períodos de dados faltantes e adequações temporais e espaciais das fontes de dados analisadas, os autores chegaram a uma amostra para análise de dados a cada 3 horas, de 19 de janeiro a 28 de fevereiro de 1999, ou seja, uma amostra de **328 casos** para aplicação da tabela de contingência, que representa cerca de 50% da amostra que utilizamos no nosso artigo.

- Santos e Silva (2012): Avaliaram as estimativas de precipitação **mensal** fornecidas por duas fontes (algoritmo 3B43\_V6 e Universidade de Delaware) para o Estado do Rio Grande do Norte, no período de **1998 a 2008**. Utilizaram-se técnicas estatísticas baseadas em coeficiente de correlação linear e em índices de desempenho extraídos de uma tabela de contingência 2x2. Portanto, foi aplicada a mesma metodologia do nosso artigo aqui avaliado, num período de 11 anos, porém com dados mensais, totalizando uma amostra de apenas **132 casos**, representando uma amostra de apenas 20% da amostra que utilizamos no nosso artigo.

- Berlato et al. (2005): Quantificou a associação entre a produtividade de milho e a variabilidade da precipitação pluvial, causada pelo El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Rio Grande do Sul. Para a análise, foram tomadas séries históricas de produtividade, de **precipitação pluvial mensal**, de ocorrência das fases do ENOS (El Niño e La Niña), de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico equatorial, e do Índice de Oscilação Sul (IOS). Uma das metodologias aplicadas no estudo foi a tabela de contingência para os dados de desvios de produtividade associados as fases do ENOS, que totalizaram uma amostra de **84 casos** dentro do período de período 1919/1920 a 2002/2003. Esta amostra representa apenas **13%** da amostra que utilizamos no nosso artigo.

- Amanajás et al. (2010): quantificar a qualidade das previsões de chuva em Macapá (AP) a partir da análise da saída de dados de dois modelos numéricos em operação no NHMET/IEPA: ETA e WRF, como objetivo específico, comparar seus resultados com informações de estações meteorológicas automáticas (PCDs). O método de comparação entre dados observacionais de precipitação de chuva e de saídas de ambos os modelos numéricos de previsão de tempo foi o Método de Análise de Contingente (MAC). Para esta análise foram utilizadas as saídas de 00 Z e 12 Z do ETA e 12 Z do WRF. Portanto, foi utilizado 3 amostras de **366 casos**, e para cada amostra foi feita toda a análise do método. Desta forma, cada amostra deste estudo representa 56% da amostra que utilizamos no nosso artigo.

Pág. 4, secção 2.3, 2º parágrafo: qual foi a estratégia de escolha dos
horários? A sondagem da manhã associada a chuva da tarde? Não fica claro
se vai ser utilizada a sondagem da madrugada para prever a chuva da
manhã... ou se só serão usadas as sondagens matinais para prever a chuva
da tarde.

**Resposta**: Os horários eram definidos de acordo com a ocorrência das sondagens satelitais, que ocorriam 4 vezes ao dia: 02:00 ou 03:00 Hora Local (HL), 05:00 ou 06:00 HL, 14:00 ou 15:00 HL e 17:00 ou 18:00 HL. Fixando estes horários, as avaliações eram feitas para prever as chuvas para as próximas 06:00 horas depois de cada sondagem. Por exemplo, se a primeira sondagem do dia ocorresse às 02:00 e um determinado índice termodinâmico apresentou um valor clássico indicando chuva e chovesse entre o período de 02:00 até 08:00, o resultado é que o índice termodinâmico havia acertado a previsão.

As informações acima foram acrescentadas no texto contido na página 6, secção 2.3, penúltimo parágrafo.

Pág. 5 , 2º parágrafo. No caso de chuvas convectivas o uso de uma única
estação pluviométrica compromete a verificação pois pode ter não ter
chovido na estação e sim a poucos quilômetros dali. Assim há uma
penalização do método pelo uso de uma única medida.

**Resposta**: Concordamos com a sua opinião sobre a perda de informação, no entanto, dada a grande variabilidade espacial da precipitação, ainda que inseríssemos na época apenas mais uma informação horária proveniente do aeroporto, não sanaríamos esta deficiência do trabalho.

Pág. 6, 2ª linha: Lapse Rate em português é a taxa de variação
vertical de temperatura.

**Resposta**: correção feita

Pág. 6, 6ª e 7ª linhas: Tp500 é a temperatura de uma parcela de ar
originada de uma situação de razão de mistura do vapor d´água média
entre a superfície e 850 hPa.

**Resposta**: correção feita. Encontra-se na página 7, no ILEV.

Pág. 6, 10ª linha: os índices indicam condições para o desenvolvimento
de chuva. Alguns podem ser associados a tempestades.

**Resposta**: correção feita. A informação está localizada na página 7, último parágrafo.

Pág. 6 , Tabela 1: é preciso fazer a ressalva de que esses valores foram obtidos em latitudes médias.

**Resposta**: correção feita

Pág. 7, Tabela 2: todas as letras na tabela devem ser minúsculas.

**Resposta**: correção feita

Pág. 8, acima da equação 8: tirar as porcentagens que estão entre
parênteses pois confundem com relação ao valor do RAF.

**Resposta**: correção feita

Pág. 8, fim do parágrafo abaixo da equação 8: qual a origem dos dados
que foram usados para vento e cálculo das divergências?

**Resposta**: para o cálculo das divergências e ventos foi usado os dados de reanálise da NOAA. Tal informação se encontra na página 9, último parágrafo.

Pág. 9, 1º parágrafo: a questão da CAPE vai além da subestimativa
citada. Nas regiões tropicais é comum existir valores de CAPE acima de
1000 J/Kg sem que isso indique chuva de fato, a atmosfera é quase sempre
condicionalmente instável. E também existe chuva com CAPE menor que 1000
J/kg.  Como o nome indica, CAPE é a energia potencial convectiva
DISPONÍVEL.  A conversão dessa CAPE em energia cinética das correntes
ascendentes numa nuvem convectiva depende da existência de um eficiente
mecanismo de disparo, ou levantamento das parcelas de ar até o nível de
convecção espontânea. Nos trópicos a atmosfera tem sempre um pouco de
CAPE. Recomendo a leitura de Xu, K., , and K. A. Emanuel, 1989: Is the tropical atmosphere conditionally unstable? Mon. Wea. Rev., 117, 1471–1479.
Com relação ao K no período chuvoso. Sim K tem desempenho um pouco
melhor, mas é simplesmente por que chove quase todo dia e está muito
úmido, então o alarme falso se reduz.  A questão é que esses índices
termodinâmicos que estão sendo usados não incluem características
dinâmicas da atmosfera. Veja que o próprio K na estação seca tem um
alarme falso muito alto. A primeira sentença do próximo parágrafo não é
correta... O K funciona bem na estação chuvosa simplesmente pela razão
acima.

**Resposta**: Correção feita. A parte referente à CAPE se encontra na página 10, 2° parágrafo. Sobre o índice K, encontra-se localizado no pagina 11, antes da figura 2.

Pág. 11: é provável que o limiar para ILEV seja excessivo para a região de Belém.

**Resposta**: Como os índices termodinâmicos foram desenvolvidos em latitudes médias, tais índices acabam tendo limitações nos seus valores de referências de condição de instabilidade para a região tropical.

Pág. 12 – não é claro o que o estudo de caso acrescenta... apenas verifica as condições típicas para formação de chuva.

**Resposta**: Optou-se por colocar o estudo de caso como uma validação dos resultados encontrados no estudo. E comparar o desempenho da radiossondagem convencional com a sondagem estimadas por satélites na previsão da chuva.

Pág 18, a referência correta é  McMurdie, W. L., , and Houze R. A. , 2006: Weather systems. Atmospheric Science, 2nd ed. J. M. Wallace, and P. V. Hobbs, Eds., Academic Press, 313–373.

**Resposta**: Correção Feita.

**-Comentários PDF**

 **Comentado [P1]:** Uma das coisas mais importantes no estudos de índices de instabilidade é o fato de se saber que um índice isoladamente não denota PROBABILIDADE de um evento convectivo ocorrer. Exemplificando: se tivermos um Indice K com valor de 50°C (valor extremo), isso NÃO significa que é “”provável”” que ocorra uma tempestade, ou chuva naquele local. Pois para acontecer a chuva, necessitam-se de outros ingredientes atmosféricos, como efeitos forçantes, para as parcelas de ar conseguirem acessar sua energia devido a instabilidade, etc.

Por outro lado, índices de instabilidade indicam a POTENCIALIDADE de uma ambiente em gerar tempestades e chuvas. Isso significa: Se eu tenho o Tal K=50, significa que: SE formar uma tempestade naquele local, COM CERTEZA ela será muito intensa e produzirá chuvas muito fortes.

Esta é a diferença entre PROBABILIDADE (que os índices de instabilidade NÃO dão) para POTENCIALIDADE (Que é a verdadeira função deles). A Probabilidade só é alcançada com a combinação de índices com outras variáveis (que podem ser outros índices).

Dessa forma, apesar de aparecer em dezenas de trabalhos publicados dessa maneira, dizer que um Índice apresentou um “”Alarme Falso”” é conceitualmente errado. O Índice NUNCA te prometeu “”probabilidade””, então não existe alarme Falso. Então essa não é a forma correta de se referir a um índice que apresenta condições favoráveis a chuvas e tempestades, e elas não ocorrem... pois são condições favoráveis Porém não suficientes. As pessoas que assim escrevem (apesar de ser um MAU costume de muitos trabalhos já publicados) estão cobrando do índice de instabilidade uma informação que ele nunca se propôs a dar.

De qualquer forma, vou avaliar o artigo levando em conta que esse termo “alarme falso” pudesse ser usado, já que existem diversas publicações que, de forma errada, abordam dessa maneira.

Qualquer dúvida, me coloco a Disposição.

**Resposta:** Entendemos o seu ponto de vista, e reconhecemos que sua colocação faz todo sentido. E obrigada por avaliar o trabalho desconsiderando esse “erro” que a comunidade científica mantém. Vamos procurar evitar a colocação inadequada de “probabilidade/previsibilidade” em publicações futuras.

**Comentado [P2]:** Aqui, sim, diz claramente: “combinação dos índices para a previsibilidade”. Sim ! é assim que se obtém previsibilidade/probabilidade de ocorrer um evento. Combinando fatores. E Realmente o Operacional do CPTEC trabalha dessa maneira: Combinando índices, verificando coexistência de diferentes índices com valores “intensos” sobre um mesmo local.

**Resposta**: OK

**Comentado [P3]:** Está Aqui de novo !! A CAPE sozinha não é suficiente !!

A Sua própria revisão da literatura está mostrando o que eu chamei atenção lá no resumo. Bom, isso !!!

**Resposta**: OK

**Comentado [P4]:** OK ! Voce provavelmente vai voltar a frisar isso na discussão dos resultados, então dessa forma está ok.

**Resposta**: Correto. Tal informação encontra-se na página 13, na última linha antes da figura 3.

**Comentado [P5]:** Asdendente a partir de que nível ?

Nesse teu caso, deve ser a parcela de superfície.

Olhar Próxima pagina o que eu falo para LI, pois vale para a CAPE também.

**Resposta**: correção feita. É o nível de superfície.

**Comentado [P6]:** Após ascender de onde ? Partindo de que nível ?

Em geral é usado o nível de superfície como o nível de origem da parcela. (Na minha opinião, e na da maioria das pessoas que trabalham com isso, é o melhor método mesmo)

Porém, existem outras formas menos usadas...

Nas sondagens da universidade de Wyoming eles elevam uma “parcela média” (com as condições médias de T e Td) entre a superfície e 850 hPa, tanto para calcular o LI, quanto para calcular a CAPE, e chamam de

MLLI – Mixing Layer LI

MLCAPE – Mixing Layer CAPE

(Médias da camada limite.

Nos EUA em geral calculam 3 tipos.. além da ML, tem:

SBLI

SBCAPE “Surface Based” LI e CAPE

É o método tradicional, mais usado

E o

MULI

MUCAPE “Most Unstable” LI e CAPE

Calculam com a parcela mais instável de todas... muitas vezes coincide com a de superfície, mas em várias vezes, não.

Só te falei isso tudo, prá explicar que é importante você dizer qual parcela vc está levantando para calcular o LI.

No teu caso, Certamente é a de Superfície.

**Resposta**: No caso do estudo, a parcela ascende a partir da superfície, esse informação foi inserida na secção 2.4, página 6, no CAPE e na página 7, no ILEV.

**Comentado [P7]:** É essa maneira de tratar índices que eu Questiono todos os trabalhos que escrevem assim.

O índice não “prevê” nada !! Índice apenas aponta condição favorável (não suficiente) para a ocorrência do evento desejado (chuvas, tempestades, etc....)

Porém, como já disse anteriormente, vamos considerar dessa maneira. Já existem muitos trabalhos publicados com essa abordagem “índice prevê”..... “índice deu alarme falso”, não vamos pegar esse trabalho para pagar o pato. Até porque, o trabalho está muito bem escrito e bem estruturado.

**Resposta**: Obrigada por compreender a colocação dos termos.

**Comentado [P8]:** Camada úmida mais profunda, como eu falei anteriormente.... se estende pelo menos até 700 hPa, para o K ficar favorável a chuvas.

**Resposta**: OK

**Comentado [P9]:** Pergunta: Tavares e Mota usaram o mesmo método da Tabela de Contingência que vocês usaram ? Citem isso no texto.

**Resposta:** correção feita. A correção se encontra na página 12, no último parágrafo da secção 3.1.

**Comentado [P10]:** A Baixa previsibilidade, como já falei antes, vem Principalmente do fato de um índice, sozinho, não prever nada. Ele não tem essa habilidade.

**Resposta**: OK

**Comentado [P11]:** Em março o POD também foi bem alto (75%) e o RAF foi em torno de 20%. Foi o mês de melhor desempenho.

**Resposta**: Correto. Mas é importante ressaltar que o mês de março apresentou apenas 12 dias com sondagens, e com isso pode interferir na qualidade dos resultados para este mês.

**Comentado [P12]:** No período chuvoso, os sistemas são mais intensos, e tem o “sinal” mais forte. Sistemas com sinais fortes são mais facilmente captados. Nos meses chuvosos também tem muito mais dias com chuva, ou seja, é natural que os valores do RAF caia, pois o “a” (que está no denominador) aumenta.

**Resposta:** OK

**Comentado [P13]:** Um ambiente mais favorável para

**Resposta**: correção feita

**Comentado [P14]:** No título da Figura está escrito “Divergência de Umidade”. Aqui na legenda está escrito Convergência de umidade.... Fiquem atentos quanto a isso, pois

Divergência negativa = Convergência

Então essa confusão com legendas e títulos certamente vai confundir o leitor.

Obvio que vc está querendo dizer que tem Convergência de Umidade nos locais em que está com as cores vermelhas. Mas isso não está de acordo com o título acima da figura. (Pois o título acima da figura diz DIVERGÊNCIA, e os valores em vermelho são positivos....)

Conserte isso de alguma forma

**Resposta**: correção feita na legenda da figura 7 na página 18.

**Comentado [P15]:** Exato !!! Condição necessária, porém não suficiente.

**Resposta**: OK.

-**Referências**

Alves, E.R; Rocha; B.R.P; Lopes, M.N.G. 2015. Perfis atmosféricos: estudo comparativo entre radiossondagens convencionais e sondagens do satélite NOAA-16. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO– SBSR, 17, João Pessoa, 2015. Anais XVII, João Pessoa, INPE.

De Souza, R. A., & Ceballos, J. C. (2006). Análise de desempenho de diferentes sistemas de sondagem sobre Rondônia durante o experimento RACCI/LBA. Revista Brasileira de Meteorologia, 21(3a), 129-141.

Gille, F. D. S. D. S., & Mota, M. A. S. D. (2014). Importância das condições termodinâmicas nos eventos extremos de precipitação na cidade de Belém e região metropolitana. *Revista Brasileira de Meteorologia*, *29*(SPE), 73-82.

Santos, J.S.; Mota, M.A.S. & Rocha, E.J.P. 2014. Classificação climatológica da Energia Potencial Disponível para a Convecção na cidade de Belém – PA. *Revista Brasileira de Meteorologia*, *29*: 60-72.

Tavares, J.P.N. & Mota, M.A.S. 2012. Condições Termodinâmicas de eventos de precipitação extrema em Belém – PA durante a estação chuvosa. *Revista Brasileira de Meteorologia*, *27*: 207-218.

Yamazaki, Y., Nakamura, Y., Ho, M. R. C., & Ho, C. S. N. (1987). Experimento de intercomparaçao: sondagens TOVS e radiossondagens. Revista Brasileira de Meteorologia, 2(2), 157-166.

Silva, Cláudio Moisés Santos e, Freitas, Saulo Ribeiro de e Gielow, RalfCiclo diário da precipitação estimada através de um radar banda S e pelo algoritmo 3B42\_V6 do projeto TRMM durante a estação chuvosa de 1999 no sudoeste da Amazônia. Revista Brasileira de Meteorologia [online]. 2011, v. 26, n. 1 [Acessado 31 Maio 2021], pp. 95-107. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000100009>. Epub 02 Jun 2011. ISSN 1982-4351. https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000100009.

Santos e Silva, Cláudio Moisés, Lúcio, Paulo Sérgioe Spyrides, Maria Helena Constantino. Distribuição espacial da precipitação sobre o Rio Grande do Norte: estimativas via satélites e medidas por pluviômetros. Revista Brasileira de Meteorologia [online]. 2012, v. 27, n. 3 [Acessado 31 Maio 2021], pp. 337-346. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862012000300008>. Epub 18 Out 2012. ISSN 1982-4351. https://doi.org/10.1590/S0102-77862012000300008.

Berlato, Moacir Antonio, Farenzena, Homero e Fontana, Denise Cybis. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]. 2005, v. 40, n. 5 [Acessado 31 Maio 2021], pp. 423-432. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000500001>. Epub 01 Ago 2005. ISSN 1678-3921. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000500001.

Amanajás, Jonathan Castro, Cunha, Alan Cavalcanti. Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá / Alan Cavalcanti da Cunha, Everaldo Barreiros de Souza, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha coordenadores.— Macapá : IEPA, 2010. 216 p.