

ESTUDO DOS INDICES INSTABILIDADE EM PRIMAVERAS DE EL NIÑO NO SUL DO BRASIL

Laurenço Alves de Paula^{1,2}, Mário F. L. Quadro¹, Camila de Souza Cardoso²,
Gabriel Luan Rodrigues², Jeferson P. Machado¹, Tuanny Steffane Rodrigues², Natália Martins
Costa¹,
lourenco.p@aluno.ifsc.edu.br

¹Instituto Federal de Santa Catarina

²Universidade Federal Santa Catarina

RESUMO

Tendo em vista, como determinar o potencial de tempestades em primaveras de anos de El Niño desde 1982 a 2010, recorreu-se aos dados de mensagens METAR a fim de detectar ocorrências de trovoadas seguidas por precipitação em cinco cidades distribuídas no sul do Brasil. E então identificar o comportamento dos índices termodinâmicos de tempestade e melhor descrever as condições de instabilidade nesta região do Brasil.

ABSTRACT

In order to determine the potential thunderstorms in spring season at El Niños years since 1980 to 2010, appealed to METAR data in order to detect occurrences of thunderstorms followed by precipitation in five cities distributed at South Brazil. And identify the thermodynamics index behavior from the thunderstorms and best describe the stability conditions in this Brazil region.

Palavras-chave: Tempestades, METAR, Índice K, Lifted, Total Totals.

1) INTRODUÇÃO

As primaveras no sul do Brasil são caracterizadas por fortes eventos convectivos, devido transição das massas de ar durante as estações do ano. As quais podem se intensificar com a presença do fenômeno denominado El Niño, que se trata do que aquecimento do oceano pacífico e o enfraquecimento dos ventos, onde as mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos começam a ser observadas, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade, e portanto ocorrem variações na distribuição das chuvas, aumento ou queda de temperatura em alguma partes do globo (CPTEC, 2015).

De acordo com Escobar e Andrade, 2015 os índices de instabilidade são indicativos de intensidade de tempestade, sendo úteis na previsão de eventos extremos, pois analisam a estrutura vertical da atmosfera em relação à temperatura e umidade. Estes índices são úteis na previsão de eventos extremos, pois analisam a estrutura vertical da atmosfera com relação à temperatura e umidade.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho é analisar o desempenho dos índices termodinâmicos em condições de tempestades no sul do Brasil durante as primaveras de El Niño.

2) METODOLOGIA

Para o estudo de índices meteorológicos de instabilidade no sul do Brasil foram selecionados anos com presença de El Niño forte, moderado e fraco no período de 1982 a 2010, para as primaveras as quais foram determinadas dentro do período de 20 de Setembro a 20 de Dezembro de todos os anos determinados com a presença de El Niño, conforme o Tabela I.

	Forte	Moderado	Fraco
Anos	1982 - 1983	1986 - 1988	2004 - 2005
	1990 - 1993	1994 - 1995	2006 - 2007
	1997 - 1998	2002 - 2003	2009 - 2010

Tabela I - Ocorrências de El Niño. Fonte: CPTEC, 2015

Tendo em vista os anos com ocorrência de El Niño recorreu-se aos códigos METAR a fim de identificar dias com ocorrência de trovoadas seguidas por precipitação (RA, TS ou TSRA tanto forte quanto fraco), para que se pudesse então analisar os dias de primavera, e então, verificar a variação dos índices de instabilidade em cinco cidades da região sul do Brasil, entre elas estão Curitiba, Foz do Iguaçu, Florianópolis, Santa Maria e Porto Alegre (Figura 1). E para o estudo dos índices utilizou-se os mais adequados para tempestades, os quais são K, Total Totals (TT) e Lifted (Li).

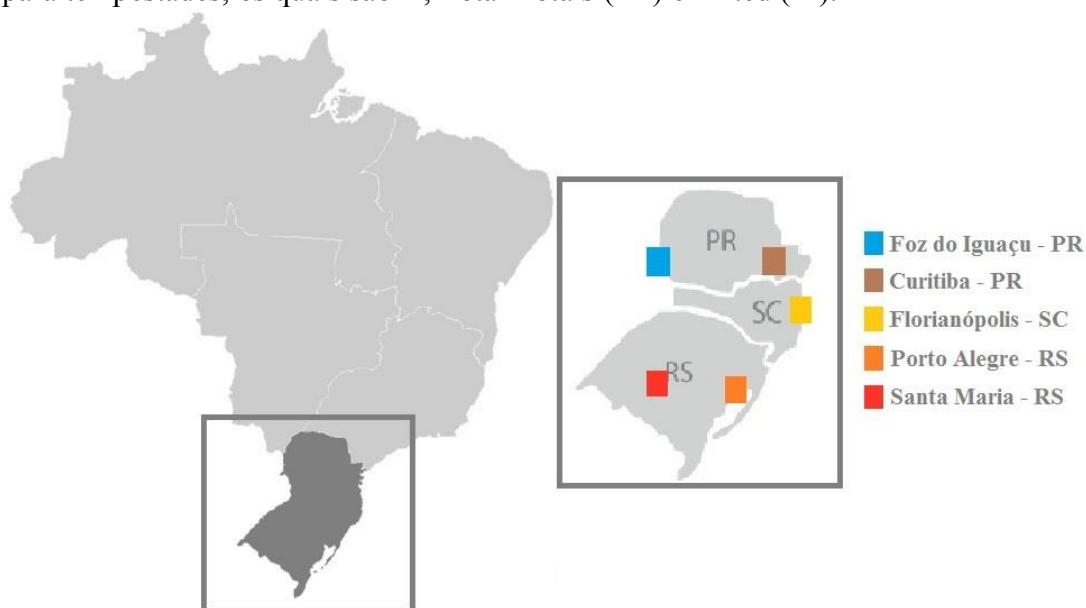


Figura 1 – Localização das cidades analisadas no sul do Brasil

O índice K determinado como na Equação 1 (Escobar e Andrade, 2015):

$$K = [T(850) - T(500)] + Td(850) - [T(700) - Td(700)] \quad (1)$$

Indica o potencial para tempestades baseando-se na taxa vertical de variação da temperatura, no conteúdo de umidade na baixa troposfera e na extensão da camada úmida.

K	
< 15	Convecção Improvável
15 a 25	Pouco Potencial para Convecção
26 a 39	Moderado Potencial para Convecção
40 >	Alto Potencial para Convecção

Tabela II- Tabela da Classificação Usada Para o Índice K

O índice Total Totals (TT) é a soma de dois índices de estabilidade como na Equação 2 (Escobar

e Andrade, 2015):

$$TT = [T(850) + Td(850)] - 2T(500) \quad (2)$$

Uma vez que este índice é útil para avaliar a entrada de ar frio na troposfera média, sendo relevante para previsão de eventos severos associados a queda de granizo. A fraqueza deste índice e do índice K é dependência da umidade em 850 hPa. Contudo quando a massa de ar é quente e úmida os dois índices são semelhantes, entretanto quando a massa de ar é fria e seca o Totals apresenta melhores resultados (Benetti, 1986).

TT	
< 44	Convecção improvável
44 a 50	Convecção provável
51 a 52	Trovoadas severas e isoladas
53 a 56	Tempestades esparsas
56 >	Tempestades severas dispersas

Tabela III - Tabela da Classificação Usada Para o Índice TT

O índice Lifted (Li) quando negativo indica instabilidade em relação à média troposfera. Desta forma quando calculada para certo ambiente, indica condições onde podem ocorrer mais eventos convectivos, determinada pela equação 3.

$$Li = [T(500) - T_{parcela}(500)] \quad (3)$$

Li	
0 >	Estável
-1 a -4	Instabilidade marginal
-5 a -7	Grande instabilidade
-8 a -10	Extrema instabilidade
< -11	Instabilidade absurda

Tabela IV - Tabela da Classificação Usada Para o Índice LIFTED

Calculados e identificados os valores de cada índice para cada localidade, elaborou-se uma tabela com uma média de acordo com a ocorrência de trovoadas seguida de precipitação, ocorridas em cada uma das localidades escolhidas. A partir das médias pode-se então determinar também o desvio padrão para cada índice em cada localidade e intensidade dos índices termodinâmicos dos anos de El Niño.

3) RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pode-se perceber que apesar de ter sido feita a análise em anos de El Niño, os anos determinados como forte não apresentaram valores dos índices tão altos quanto em anos de El Niño moderado e fraco. Contudo os anos de El Niño moderados e fracos apresentaram menos dias analisados do que os anos de El Niño forte, ou seja, identificou-se que em anos de El Niño forte ocorreram mais casos de sistemas convectivos do que nos outros anos.

Tipos	Cidades	K	Desv.	TT	Desv.	Li	Desv.	Dias
Forte	Curitiba	38,55	7,66	45,99	3,88	-2,05	2,69	104
Forte	Foz do Iguaçu	42,09	6,82	46,60	4,14	-3,1	2,06	146
Forte	Florianópolis	32,46	7,80	43,52	4,28	-0,53	2,94	79
Forte	Santa Maria	36,28	10,81	46,77	5,28	-2,92	1,68	38
Forte	Porto Alegre	31,02	16,43	43,82	5,17	-1,00	3,02	73
Moderado	Curitiba	40,42	7,66	46,05	6,96	-2,89	2,33	56
Moderado	Foz do Iguaçu	40,77	6,32	46,77	4,52	-2,85	2,09	24
Moderado	Florianópolis	37,46	6,23	45,07	2,80	-1,02	2,11	22
Moderado	Santa Maria	41,64	8,46	45,19	4,28	-2,6	3,45	26
Moderado	Porto Alegre	36,29	8,46	44,43	3,76	0,28	2,28	30
Fraco	Curitiba	43,15	4,62	47,01	2,94	-1,73	2,61	45
Fraco	Foz do Iguaçu	42,41	8,32	45,89	4,31	-2,95	2,25	53
Fraco	Florianópolis	36,6	7,87	44,6	4,82	1,3	2,97	15
Fraco	Santa Maria	42,46	6,27	45,34	3,71	-2,71	3,11	24
Fraco	Porto Alegre	38,21	7,59	45,40	3,38	-0,88	2,42	29

Tabela V - Média dos Índices K, TT e Li em Primaveras de El Niño

Percebeu-se ainda, que em anos de El Niño forte as médias mais prováveis para possíveis eventos convectivos ocorreram em cidades continentais, como Curitiba, Foz do Iguaçu e Santa Maria para todos os índices analisados. Entretanto a cidade que mais se destacou dentre as outras foi Foz do Iguaçu que apresentou todas suas médias de índices mais consideráveis para eventos convectivos, e valores baixos para desvios padrões o que torna as médias mais próximas da realidade convectiva. As cidades apresentaram menor probabilidade para convecção foram Porto Alegre e Florianópolis que devido a sua proximidade com o mar as torna menos propícias a fortes temporais, isso por que o mar funciona como um termorregulador.

Contudo apesar dos anos de El Niño moderados e fracos terem obtido menos dias analisados, seus índices apresentaram-se relativamente mais altos do que em anos de El Niño forte. Entretanto apresentando o mesmo padrão para as cidades de Porto Alegre e Florianópolis com índice K, menores que 39, ou seja, potencial para convecções moderadas uma vez que Curitiba, Foz do Iguaçu e Santa Maria ultrapassaram dos 40 (Gráfico 1), o que indica alto potencial para convecção (Tabela II).

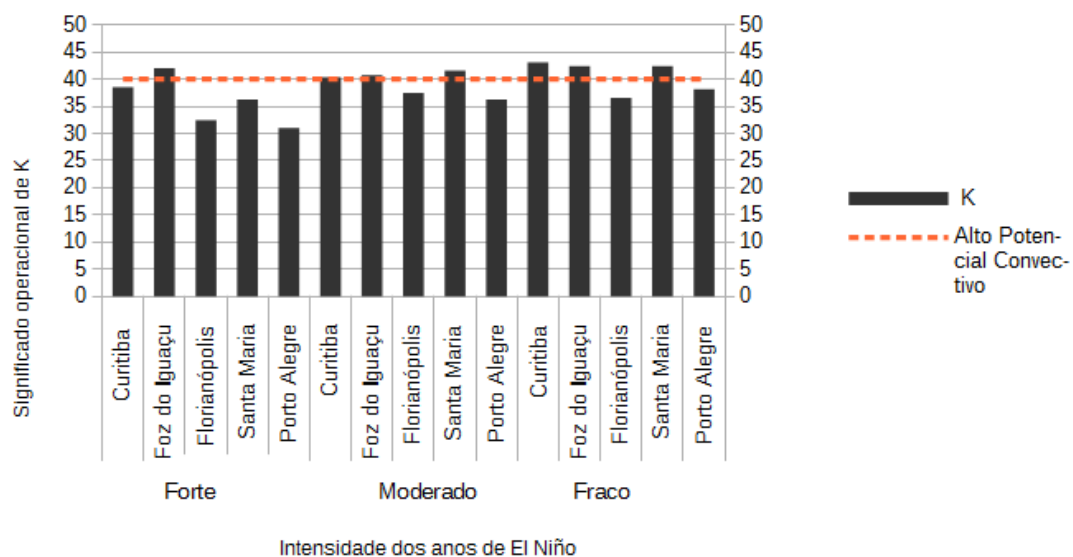


Gráfico 1 - Média do Índice K em relação ao significado operacional do alto potencial convectivo.

Apesar de todos os valores do índice TT das cidades eleitas terem ultrapassado o valor de 44, valor que indica possíveis trovoadas. Mesmo algumas cidades tendo atingido valores em torno do 47 (Gráfico 2), que se trata do significado operacional relativo a tempestades severas isoladas (Tabela III). Mesmo assim cidades continentais como Curitiba e Foz do Iguaçu se destacaram em todas as intensidades de anos de El Niño.

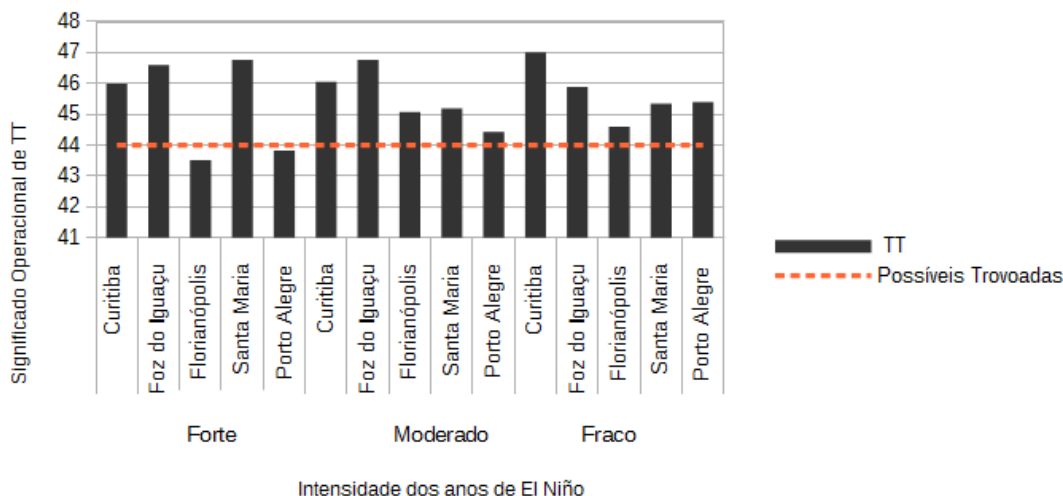


Gráfico 2 - Média do índice Toatal Totals (TT) em relação ao significado operacional de possíveis trovoadas.

Sendo que o índice Li apresentou-se mais positivo para as cidades litorâneas de Porto Alegre e Florianópolis com uma diferença máxima de -1,65 (Gráfico 3) para com as cidades continentais. A mesma situação acontece para os anos de El Niño fraco onde as cidades litorâneas apresentam índices com possibilidade de trovoadas, convecção moderada e estabilidade, sendo a estabilidade valor dada pelo índice Li (Tabela IV). Observando-se também para os anos de El Niño fraco e moderado menores valores de desvio padrão para as médias dos índices.

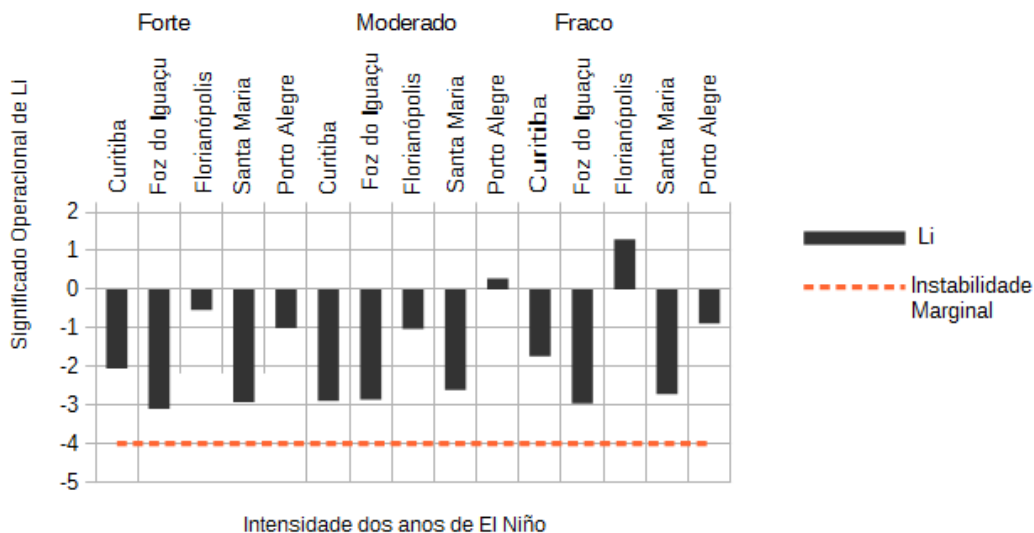


Gráfico 3 - Médias do índice Lifted (Li) em relação ao significado operacional de instabilidades operacionais.

Mesmo os índices obtendo em algumas situações respostas diferentes, é necessário observar que o ambiente em que as tempestades estão podem ser distintos, e cada índice determina condição de tempo diferente.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem pelo financiamento deste, através dos projetos Encomendas MCT/FINEP-COIAM – REDE CLIMASUL e Projeto CT-INFRA (processo 04.12.0270.00)."

REFERÊNCIAS

BENETTI, César Augustus Assis. DIAS, Maria Assunção Faus da Silva. Análise da Performance dos Índices de Instabilidade como Previsores de Tempestade na região de São Paulo. Instituto de Astronomia e Geofísica. USP. São Paulo. Brasil. 1982

CPTEC. CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Disponível em: http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml. Acessado: 10/02/2015.

ESCOBAR, Gustavo. ANDRADE, Kelen. CLIMATOLOGIA DOS ÍNDICES DE INSTABILIDADE K E TOTAL TOTALS (TT) PARA O SUL E SUDESTE DO BRASIL. CPTEC/INPE. Cachoeira Paulista. São Paulo. Brasil Disponível em: cbmet2010.web437.uni5.net/anais/artigos/682_79683.pdf. Acessado em: 08/02/2015.

Nascimento, E. L. 2005: Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: Uma estratégia operacional adotável no Brasil? Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.1, p.121-140.