

**IDENTIFICAÇÃO OBJETIVA DAS PERTURBAÇÕES CONVECTIVAS  
INICIADAS NA COSTA NORTE DO BRASIL:  
RESULTADOS PRELIMINARES**

Robson Lopes Barbosa<sup>1#</sup>, Marcos Daisuke Oyama<sup>1</sup>, Luiz Augusto Toledo Machado<sup>2</sup>

**Abstract.** The convective perturbations (CP) initiated in the northern coast of Brazil (NCB) in 1987 are identified by using an objective tracking method. Convective cloud fraction data provided by the ISCCP project are used. The data horizontal and temporal resolution are  $2.5^\circ$  and 3 h, respectively. The thresholds for the tracking algorithm are calibrated based on a case of squall line (SL) inland propagation from NCB that took place in May, 1987. Also, CP radius lower than 300 km are set to 300 km to increase the tracking method performance. The results suggest classifying the CP initiated in NCB in two groups. In the first (second), the CP show little (large) propagation, a preferential direction of propagation (azimuth) between  $90^\circ$  and  $179^\circ$  ( $180^\circ$  e  $269^\circ$ ), last for 6 h or less (from 6 to 27 h), and have average velocity less than  $10 \text{ m s}^{-1}$  (between 20 and  $25 \text{ m s}^{-1}$ ). In both groups, the majority of CP take place in April and June, and initiate between 00 and 06 UTC (this result may be sensitive to the thresholds chosen for the night-time period). Some of these features are also found in the SL initiated at NCB.

**Resumo.** O objetivo deste trabalho consiste em identificar as perturbações convectivas (PC) iniciadas na costa norte do Brasil (CNB) em 1987 através de um procedimento objetivo de “tracking”. Dados de fração de nuvens convectivas do ISCCP na resolução horizontal de  $2,5^\circ$  e temporal de 3 h foram utilizados. Os limiares para o algoritmo de “tracking” são escolhidos de tal forma que o procedimento pudesse acompanhar uma ocorrência de linha de instabilidade (LI) em maio de 1987. Também, as PC com raios inferiores a 300 km são considerados, para fins de “tracking”, como tendo raio igual a 300 km. Os resultados sugerem classificar as PC iniciadas na CNB em dois tipos. No primeiro (segundo), as PC deslocam-se pouco (muito), preferencialmente na direção entre  $90^\circ$  e  $179^\circ$  ( $180^\circ$  e  $269^\circ$ ) de azimute, possuem um tempo de vida menor ou igual a 6 h

---

<sup>1</sup> Centro Técnico Aeroespacial, Instituto de Aeronáutica e Espaço, Divisão de Ciências Atmosféricas, Pça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, 12228-904, São José dos Campos, SP.

<sup>#</sup> Autor para correspondência. Telefone: (12) 3947-4564, e-mail: [lopes@iae.cta.br](mailto:lopes@iae.cta.br).

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Divisão de Satélites Ambientais, Rodovia Presidente Dutra, km 40, SP-RJ, 12630-000, Cachoeira Paulista, SP.

(de 6 a 27 h), e possuem velocidade média de inferior a  $10 \text{ m s}^{-1}$  (entre 20 e  $25 \text{ m s}^{-1}$ ). Nos dois tipos, a maior parte das PC ocorre nos meses de abril a junho e inicia-se entre 00 e 06 UTC (esse resultado pode ser sensível à escolha dos limiares para os horários noturnos e de madrugada). Algumas dessas características são semelhantes às obtidas para LI formadas na CNB.

## INTRODUÇÃO

A convecção na costa norte do Brasil (CNB) organiza-se em diferentes escalas. Por um lado, em escala local, a região sofre influência da circulação de brisa. Por outro lado, diversos fatores de escala sinótica afetam a convecção na CNB. Como exemplos, podem-se citar a migração latitudinal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a ação de distúrbios ondulatórios de leste (DOL) e a penetração de vórtices ciclônicos em altos níveis.

Em princípio, pode-se considerar que as forçantes em escala local e sinótica atuam de forma independente. No entanto, na CNB, podem-se formar linhas de instabilidade (LI). As LI são caracterizadas por uma linha de nuvens cumulonimbus (Cb) associadas a trovoadas e chuvas intensas; essa linha possui cerca de 20-50 km de largura e 2000 km de extensão. Devido a essas dimensões, as LI na CNB podem ser consideradas como um sistema de escala compreendida entre a sinótica e a mesoescala. Segundo Cavalcanti (1982), a iniciação das LI na CNB está associada à circulação de brisa. Em imagens de satélite, é comum observar a intensificação da convecção na CNB em torno de 21 UTC e a posterior formação de uma LI. As LI podem se propagar continente adentro (levando chuvas para o interior da Amazônia) devido a fatores sinóticos tais como a ação de DOL ou a presença de fonte de calor (convecção) na Amazônia (Cohen et al., 1995). Logo, as LI são sistemas cuja iniciação está associada à escala local, mas a propagação e manutenção estão associadas a fatores de escala sinótica. Isso significa que, no caso das LI atuantes na CNB, as escala local e sinótica atuam de forma cooperativa.

Neste trabalho, objetiva-se mostrar (preliminarmente) como a convecção se organiza em grande escala na CNB. Para tal, utiliza-se o conceito de perturbação convectiva (PC), que foi introduzida por Guedes e Machado (2003). Para identificar as PC e acompanhar a sua propagação, utiliza-se um método objetivo (“tracking”) em dados de satélite de baixa resolução (resolução horizontal de  $2,5^\circ$  e temporal de 3 horas). Devido ao caráter preliminar do trabalho, somente se utilizam dados de 1 ano (1987). A questão principal é: quais seriam as características das PC que se iniciam na costa norte do Brasil? A hipótese é que as PC na CNB possuem um comportamento que depende de escalas menores, pois se espera que algumas PC estejam associadas a LI. Por exemplo, seja uma LI que se inicia na CNB e se propaga continente adentro, caso a convecção for

suficientemente extensa, então poderá haver uma PC associada à LI; logo, o ciclo de vida da LI poderá ser inferido acompanhando-se a PC.

## DADOS

São utilizados os dados C1 do “International Satellite Cloud Climatology Project” (ISCCP; Schiffer e Rossow, 1983; Rossow e Schiffer, 1991; <<http://isccp.giss.nasa.gov/index.html>>) para o ano de 1987. Os dados C1 integram informações de satélites meteorológicos geoestacionários e de órbita polar a cada 3 horas (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 e 21 UTC) e fornecem uma estatística sobre um setor de 2,5 graus de latitude e longitude. Dados de fração de nuvens convectivas ( $n$ ) são definidos como a razão entre a área coberta por nuvens convectivas (nuvens com topo acima de 310 hPa) e a área total, outro parâmetro utilizado foi a temperatura de brilho média no canal infravermelho ( $T_{ir}$ ).

## METODOLOGIA

Inicialmente, identifica-se subjetivamente (visualmente) as PC iniciadas na CNB. Para tal, campos de  $n$  e  $T_{ir}$  foram plotados de 3 em 3 horas para o período de 16/04/1987 a 13/05/1987. As LI atuantes na CNB para esse período estão documentadas em Cohen et al. (1995). Comparando as PC identificadas subjetivamente com as LI documentadas por Cohen et al., nota-se uma correspondência bastante grande (não mostrado). De certa forma, isso justifica a hipótese de que as LI podem estar contidas na população de PC.

Para identificar as PC objetivamente, utiliza-se uma adaptação do método de “tracking” desenvolvido por Machado et al. (1998). Originalmente, o método foi desenvolvido para identificar sistemas convectivos (SC) e pode ser dividido em duas etapas.

- Na primeira, identificam-se os SC como as regiões onde  $T_{ir}$  é inferior a um certo limiar.
- Na segunda, verifica-se se a superposição (em área) de SC em imagens sucessivas é maior que um certo valor limite (que depende do tamanho do SC e da máxima velocidade de deslocamento possível). Por exemplo, seja um SC no tempo  $t_0$ . Em  $t_1 = t_0 + 3$  h, o problema consiste em escolher o SC que é a continuação do SC dado. Esse problema de tomada de decisão pode ser dividido em dois: 1) havendo um único candidato em  $t_1$ , o algoritmo deve decidir se o SC é adequado para continuar a seqüência no tempo ou se a seqüência deve ser terminada; 2) caso haja mais de um candidato em  $t_1$ , o procedimento deve decidir qual é o SC escolhido para continuar a seqüência (por exemplo, àquele com maior superposição de área e tamanho).

A seqüência no tempo de um SC é a sua trajetória, e a fase do ciclo de vida do SC (iniciação, maturação, dissipação) está relacionada com a expansão ou retração de sua área (derivada temporal da área do SC).

Na identificação objetiva, o primeiro passo consiste em escolher a variável (em que se baseia a identificação de PC) e o limiar. Para os dados C1 do ISCCP, a identificação de PC tem sido feita utilizando dados de *Tir* e o limiar de 260 K (Siqueira e Machado, 2000; Guedes e Machado, 2003). No entanto, para PC iniciadas na CNB, a identificação subjetiva mostrou que 1) as PC são mais facilmente identificadas com os dados de *n*, e 2) os limiares noturnos e diurnos são diferentes. Por exemplo, 240 K pode ser adequado para representar as PC no final da tarde, mas 270 K é mais adequado durante o final da madrugada. Se um mesmo limiar é adotado tanto para o dia quanto para a noite, as PC podem desaparecer durante a noite, o que inviabiliza o “tracking”; por outro lado, um limiar baixo durante o dia pode levar o algoritmo a mesclar PC distintos. Além disso, a *Tir* é um valor que representa a média de toda a região de  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ ; por exemplo, se imaginarmos uma situação onde um Cb ocupa 1/3 da área de análise e os outros 2/3 são compostos por radiações provenientes da superfície, o valor de *Tir* médio irá descrever uma situação de campo de nuvens entre médias e baixas. Já ao utilizar a fração (*n*), que contém uma informação na escala do pixel observado pelo satélite, teremos uma fração de nuvens convectivas em torno de 1/3, mantendo a informação da escala em que ocorrem os processos convectivos. Por isso, adota-se *n* como variável e calibra-se o limiar mais adequado para cada horário.

A calibração de limiares é feita considerando-se o período de 05 a 07/05/1987. Nesse período, Cohen et al. (1995) reportam o ciclo de vida de uma LI que se propagou para o interior da Amazônia. Na identificação subjetiva, constatou-se que essa LI esteve associada a uma PC. Os limiares foram inicialmente ajustados para que se pudesse acompanhar essa PC de 05 a 06/05/1987. Então, os limiares finais foram obtidos ajustando-se uma função cosseno aos limiares iniciais. O limiar final para cada horário está mostrado na Tabela 1. Outros testes foram também feitos com limiares cujo comportamento fosse semelhante ao do ciclo diário médio de *n*. No entanto, os testes não foram satisfatórios porque os limiares, se semelhantes ao ciclo diário médio de *n*, não aumentariam entre 12 e 18 UTC, levando a grandes erros de identificação de PC.

Para uma localização mais precisa da PC, adota-se um limiar alto, por exemplo, para 21 UTC. Embora a localização seja mais exata, o problema é a redução da área da PC. Essa redução traz problemas ao acompanhamento da PC, pois o acompanhamento é baseado em superposição de área. Logo, para amenizar esse problema, adota-se que, se a PC identificada possui raio inferior a 300 km, então (para fins de “tracking”) seu raio passa a ser de 300 km. Não considerar essa correção leva a uma queda acentuada de números de PC (não mostrado).

O ciclo diário do limiar não deve ser válido para regiões afastadas da CNB. Logo, as regiões localizadas fora da janela 20°S-10°N, 80°W-30°W não são levadas em conta no procedimento de “tracking” (Fig. 1).

No pós-processamento, somente as PC cuja iniciação ocorre no quadrilátero mostrado na Fig. 1 são selecionadas. Também, os casos nos quais o algoritmo claramente cometeu erros (por exemplo, o algoritmo inicia uma seqüência corretamente, mas passa para uma outra PC que não pertence à seqüência - isso é checado subjetivamente) são retirados. Os casos de erros são poucos (inferior a 15% do total selecionado).

Tabela 1 - Limiar de fração de nuvens convectivas (*n*) para cada horário (UTC).

<b>Hora UTC</b>	<b><i>n</i> (%)</b>
00	45
03	29
06	13
09	7
12	13
15	29
18	45
21	51

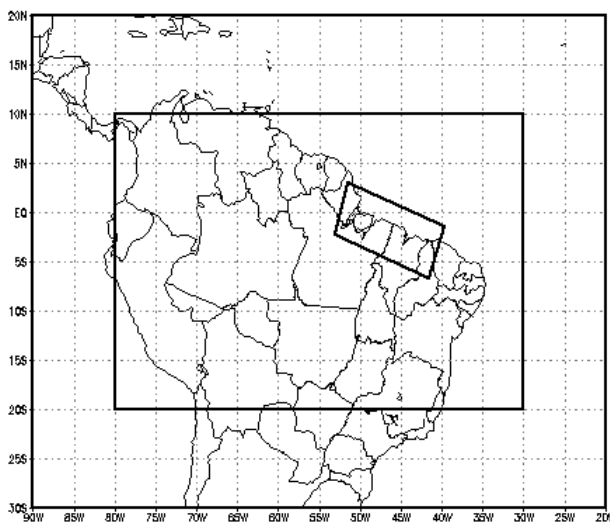


Figura 1 - A área maior (20°S-10°N, 80°W-30°W) é o domínio onde as PC são localizadas. No pós-processamento, as PC cuja iniciação ocorre na área menor (cobrindo a CNB) são selecionadas.

## RESULTADOS

A Fig. 2 mostra as trajetórias das PC que se iniciam na CNB durante o ano de 1987. Em geral, pode-se notar que existe preferência para a propagação continente adentro (em direção à Amazônia), embora, na maior parte dos casos, as PC fiquem confinadas à CNB. Na Fig. 3, mostra-se um caso em que o algoritmo de “tracking” acompanhou a seqüência de propagação de uma PC. Após o levantamento de todas as trajetórias das PC no ano de 1987, obtém o número de casos de PC em função do deslocamento (i.e., distância entre o local de iniciação e o de dissipação), dos meses do ano, da direção e sentido de propagação (azimute), da velocidade média de propagação e dos horários preferenciais de iniciação.

A Fig. 4 mostra o número de casos de PC em função do seu deslocamento. Confirma-se que as PC, de uma forma geral, são confinadas à CNB; do total de 62 casos, cerca de 40% (26 casos) apresenta deslocamento entre 0 e 170 km (o valor de 170 km foi utilizado por Cohen et al., 1995, para diferenciar LI costeiras das que se propagam continente adentro). Logo, há uma população considerável de PC (60% do total) que se deslocam de 170 a 3500 km. Em cerca de 45% dos casos (28 casos), as PC apresentam deslocamento acima de 250 km, e em 34% ( $\cong 1/3$ , 21 casos), acima de 500 km.

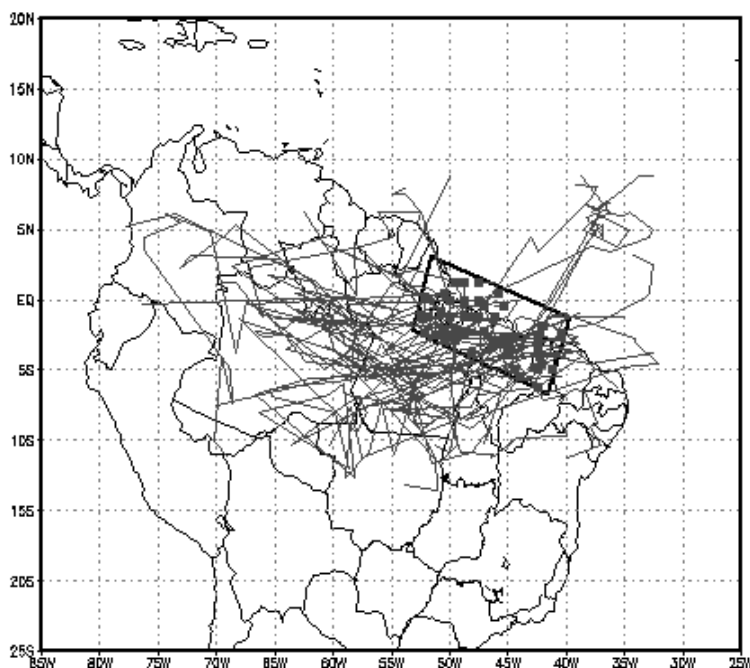


Figura 2 - Trajetórias das PC que nascem na CNB (área limitada por contorno preto) em 1987. Os pontos vermelhos indicam o local de iniciação; as linhas em azul, a trajetória.

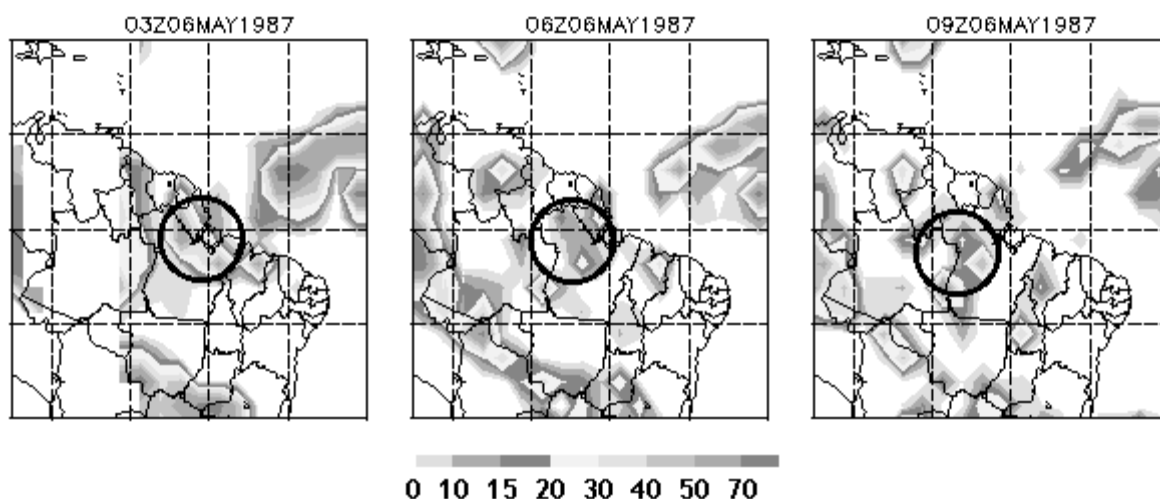


Figura 3 - Exemplo bem-sucedido do algoritmo de “tracking”. A fração de nuvens convectivas está plotada. Os círculos pretos representam a seqüência de PC obtida pelo algoritmo de “tracking”.

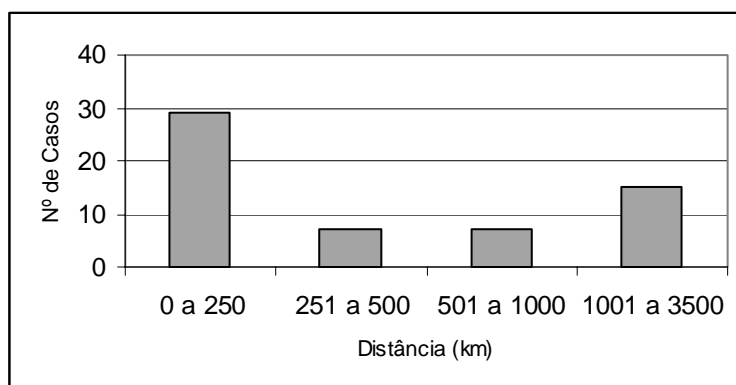


Figura 4 – Deslocamento das PC em 1987.

A Fig. 5 mostra a distribuição mensal de PC em 1987. Para toda a população de PC, a Fig. 5a mostra que o maior número de casos de PC iniciadas na CNB ocorre no trimestre AMJ, com máximo em abril. Esse comportamento independe do deslocamento (Figs 5b-d). Em junho, a ocorrência de PC é maior que em maio (Fig. 5a). Isso é reflexo do comportamento das PC de menor deslocamento, pois, nas PC de maior deslocamento, o número de casos em maio e junho é igual (Figs 5c-d). Por um lado, o ciclo anual de ocorrência de PC é semelhante ao obtido por Cohen et al. (1995) para LI na CNB. Por exemplo, o maior número de casos de LI confinadas à CNB ocorre em abril. Isso reforça a hipótese de que as LI podem estar associadas a PC. Por outro lado, há diferenças importantes. Para as LI que se propagam continente adentro, o maior número de casos ocorre em julho; para as PC, em abril (p.ex., Figs 5c-d). Isso pode significar que, em julho, as LI não devem estar associadas a PC, mas isso merece estudos adicionais.

A Fig. 6a mostra que as PC se propagam predominantemente na direção de 90° a 179° (azimute). No entanto, a Fig. 2 mostra um deslocamento preferencial na direção entre 180° e 269°. Essa diferença ocorre porque, na Fig. 5, incluem-se **todas** as PC; na Fig. 2, pode-se notar a trajetória **somente** das PC de maior deslocamento. À medida que se seleciona somente as PC de maior deslocamento, o máximo de casos na direção de 90° a 179° desaparece (Figs 6b-d). Para as PC de deslocamento acima de 500 km, a direção predominante é de 180° a 269° (Fig. 6d). Logo, podemos concluir que, enquanto a maior parte das PC se inicia e dissipa na CNB (Fig. 2), as de maior deslocamento propagam-se continente adentro (Fig. 5d).

A Fig. 7a mostra que o maior número de casos ocorre para as PC cujo tempo de vida é inferior a 6 h. Para as PC de maior deslocamento, no entanto, a maior ocorrência também ocorre para outros tempos de vida: 12 e 18 h para as PC de deslocamento acima de 170 km (Fig. 7b), e 12, 18 e 27 h para as PC de deslocamento acima de 250 e 500 km (Figs 7c-d). Isso mostra que o pronunciado máximo em 6 h da Fig. 7a é devido às PC confinadas à CNB. Além disso, vale salientar que há PC que podem durar até 2 dias. Os tempos de vida encontrados para as PC concordam com os obtidos por Cohen et al. (1995), que observaram um tempo de vida das LI entre 09 e 16 horas.

A Fig. 8a mostra que a velocidade média das PC varia entre 0 e 10 m s<sup>-1</sup>, com maior ocorrência entre 0 e 5 m s<sup>-1</sup>. No entanto, à medida que se selecionam as PC de maior deslocamento, a maior ocorrência passa para 20-25 m s<sup>-1</sup> (Figs 8b-d). A Fig. 8d mostra com clareza que PC de deslocamento acima de 500 km se propagam com velocidade entre 20 e 25 m s<sup>-1</sup>. Logo, a velocidade é menor para as PC confinadas à CNB. Segundo Cohen et al. (1995), a velocidade média de propagação para LI é aproximadamente de 12 e 16 m s<sup>-1</sup>, que é intermediária entre as velocidades obtidas para PC confinadas e de maior deslocamento.

A Fig. 9a mostra que o horário preferencial de iniciação da PC ocorre durante a madrugada (00 a 06 UTC). Esse comportamento também ocorre para as PC de maior deslocamento (Figs 9b-d). Na identificação subjetiva para o período de 16 de abril a 13 de maio de 1987, notou-se que o horário predominante seria entre 18 e 21 UTC, quando há maior atividade convectiva (não mostrado). Possivelmente, o algoritmo de “tracking” está sendo influenciado pelo limiar variável definido no método para seguir as PC. No início da madrugada, a convecção diurna entra em dissipação, contudo observa-se ainda considerável cobertura de nuvens convectivas. Os processos de dissipação se processam através da fragmentação das grandes superfícies de nuvens convectivas. Se um limiar muito baixo for definido neste instante o processo poderá considerar as organizações de nuvens formadas pelo processo de fragmentação como sendo novas PC. Como o objetivo deste trabalho é determinar as PC que se propagam no interior da Amazônia, essas PC de curta duração (já estão em fase de dissipação) não comprometem a análise. De qualquer forma, uma análise mais aprofundada da escolha dos limiares será necessária e será realizada em trabalhos futuros.



Os resultados sugerem classificar as PC iniciadas na CNB em dois tipos. No primeiro, há as PC confinadas à CNB. Essas PC apresentam pequeno deslocamento, preferencialmente no quadrante de azimute entre 90 e 179°, possuem um tempo de vida menor ou igual a 6 h e velocidade média de inferior a 10 m s<sup>-1</sup>. No segundo, há as PC de maior deslocamento. Essas PC se propagam preferencialmente no quadrante de azimute entre 180 e 269°, possuem tempo de vida de 6 a 27 h, e velocidade média entre 20 e 25 m s<sup>-1</sup>. Nos dois tipos, o ciclo anual e o horário de iniciação são semelhantes. Essas características estão resumidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação de PC que se iniciam na CNB.

<b>Tipo</b>	<b>Confinada à CNB</b>	<b>De maior deslocamento</b>
<b>Ciclo anual</b>	Máximo em abril	Idem
<b>Deslocamento</b>	Pequeno	Grande
<b>Direção</b>	90 a 179°	180 a 269°
<b>Tempo de vida</b>	< 6 h	6 a 27 h
<b>Velocidade média</b>	< 10 ms <sup>-1</sup>	20-25 ms <sup>-1</sup>
<b>Iniciação</b>	00 a 06 UTC	Idem

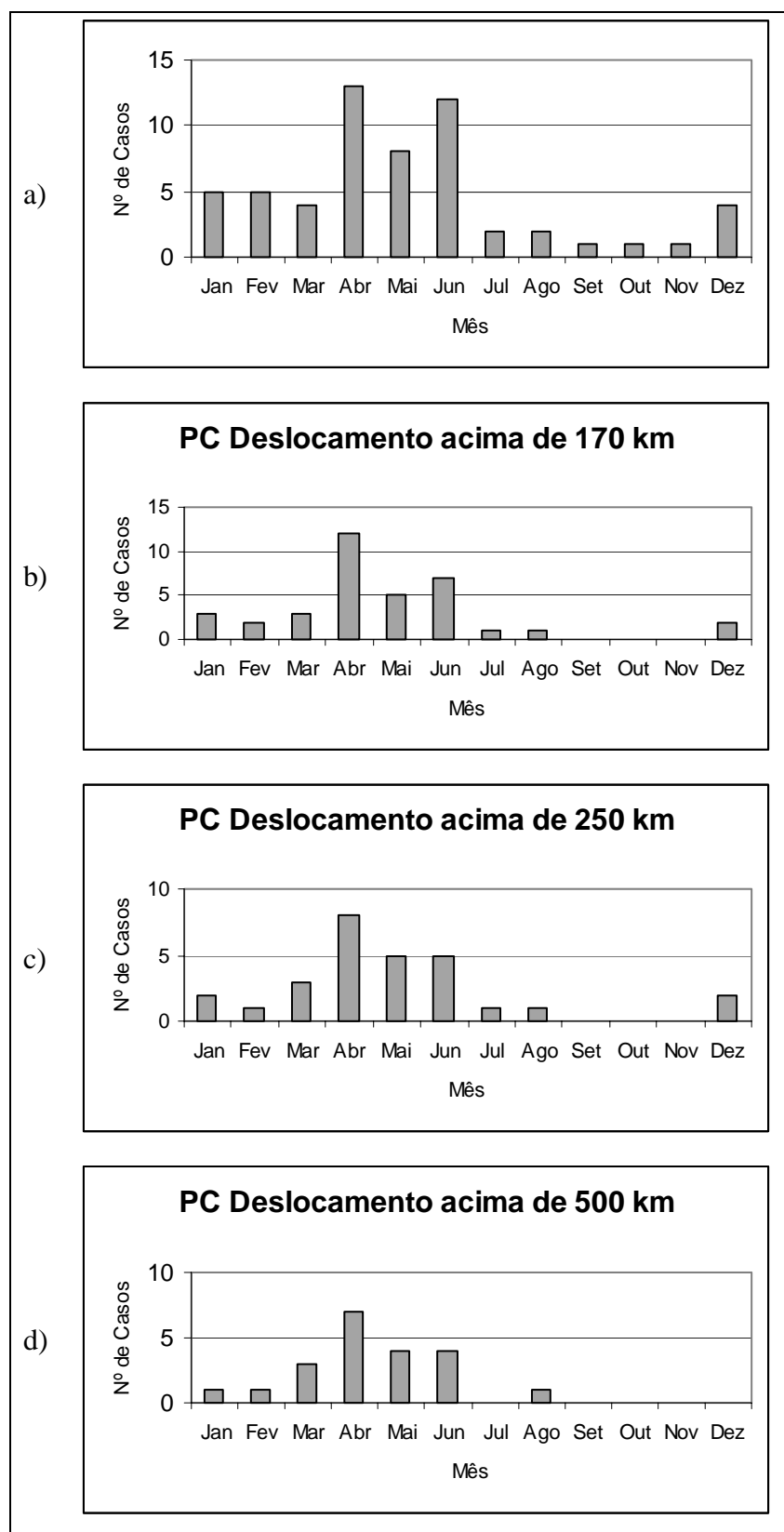


Figura 5 – Distribuição Mensal do Número de Casos de PC no ano de 1987. (a) Histograma do Número de Casos de PC no ano de 1987; (b) PC com deslocamento acima de 170 km; (c) PC com deslocamento acima de 250 km; e (d) PC com deslocamento acima de 500 km.

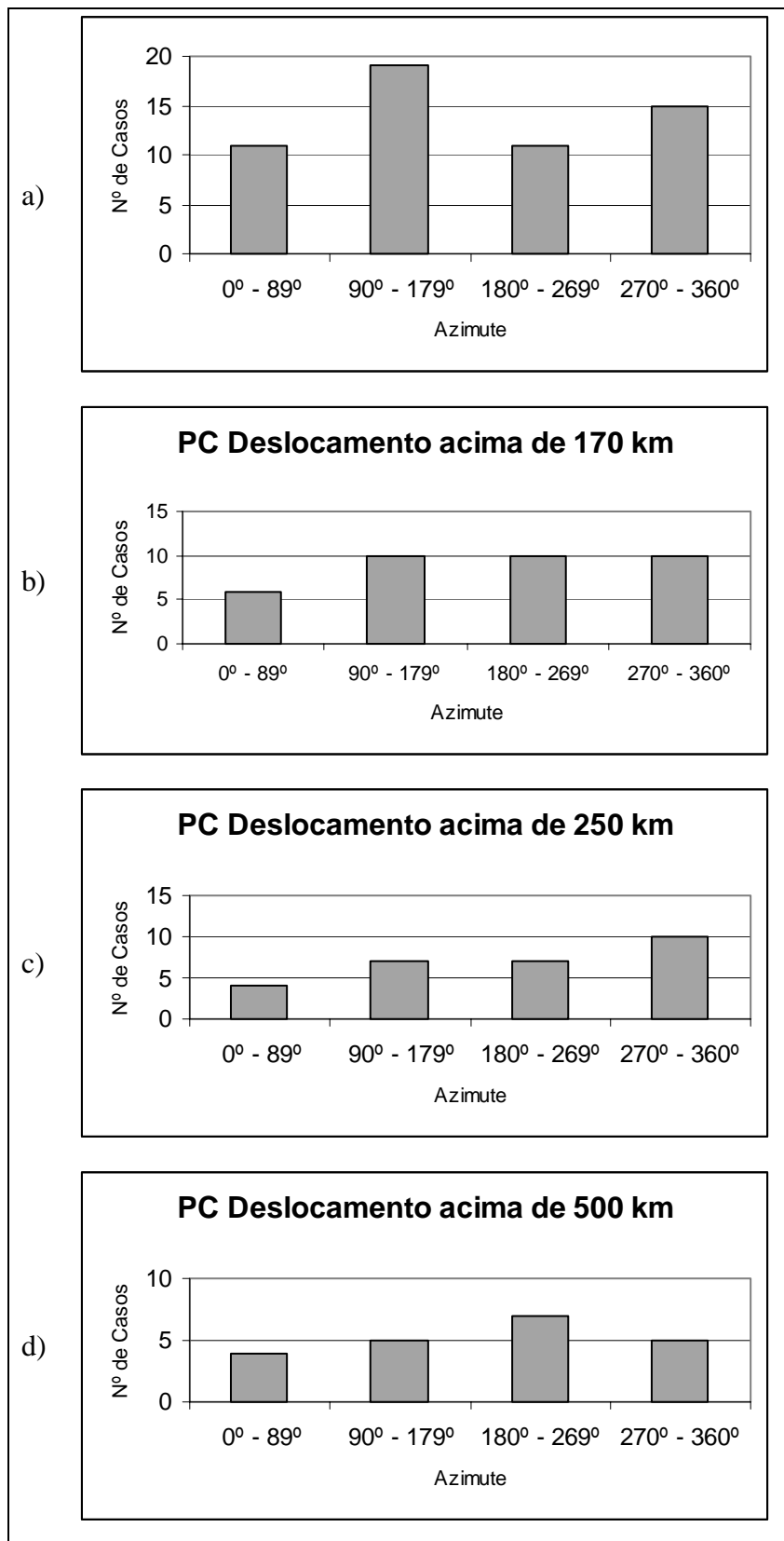


Figura 6 – Distribuição da direção de deslocamento preferencial das PC em 1987. (a) População total (todos os casos); (b) PC com deslocamento acima de 170 km; (c) PC com deslocamento acima de 250 km; e (d) PC com deslocamento acima de 500 km.

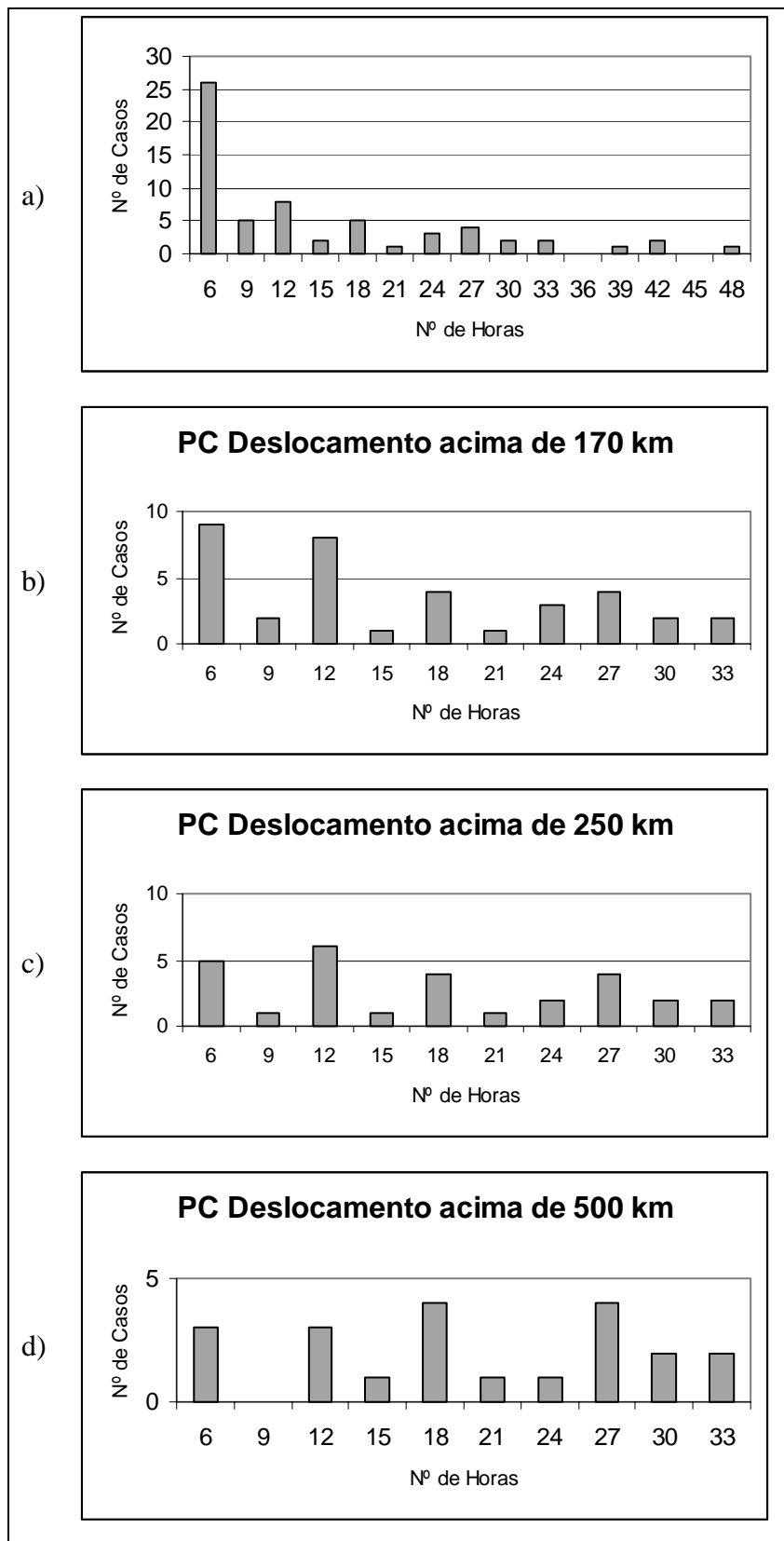


Figura 7 – Distribuição do tempo de vida das PC em 1987. (a) População total (todos os casos); (b) PC com deslocamento acima de 170 km; (c) PC com deslocamento acima de 250 km; e (d) PC com deslocamento acima de 500 km.

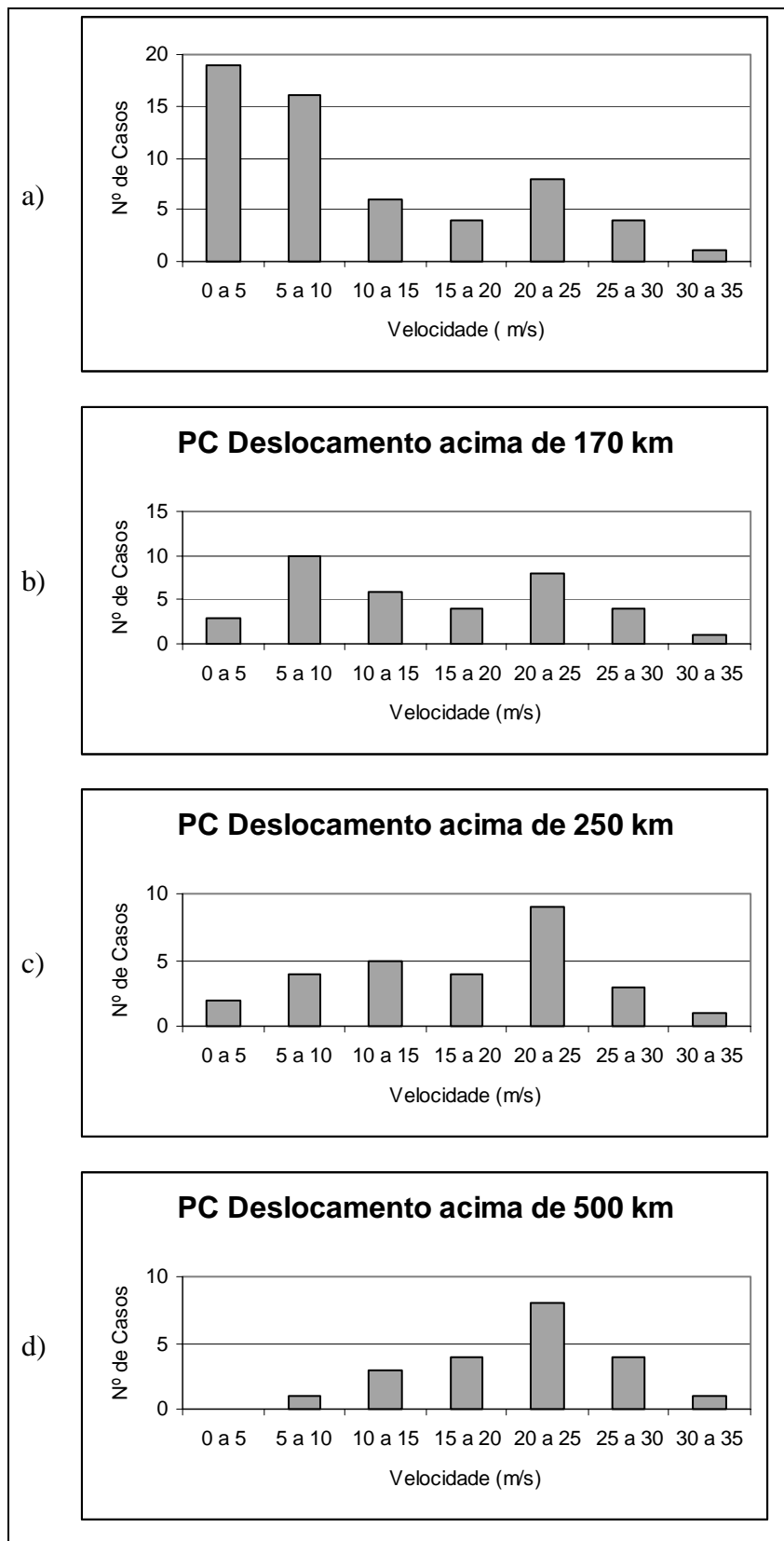


Figura 8 - Distribuição da velocidade média de propagação das PC em 1987. (a) População total (todos os casos); (b) PC com deslocamento acima de 170 km; (c) PC com deslocamento acima de 250 km; e (d) PC com deslocamento acima de 500 km.

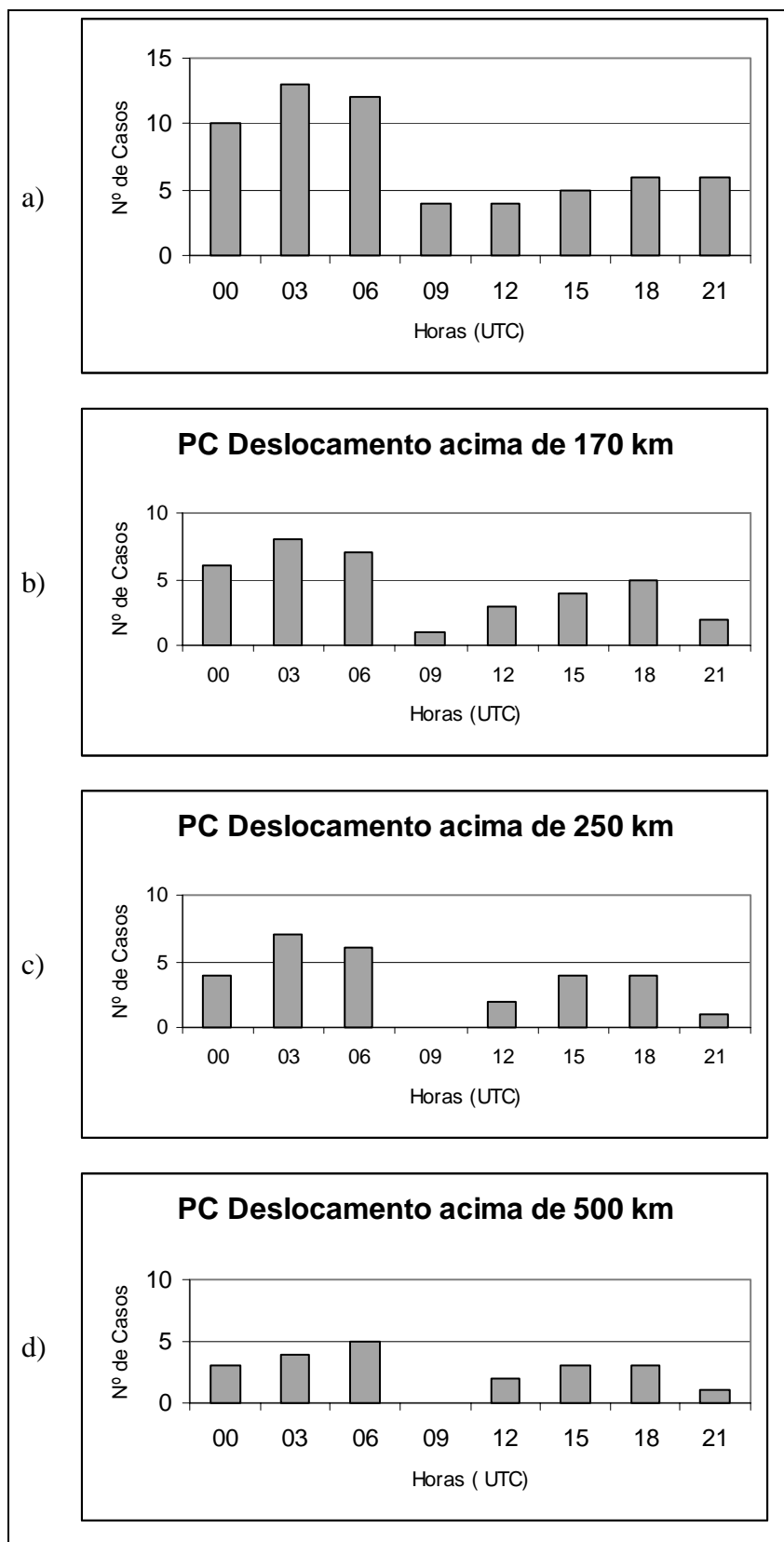


Figura 9 – Distribuição do horário de iniciação das PC em 1987. (a) População total (todos os casos); (b) PC com deslocamento acima de 170 km; (c) PC com deslocamento acima de 250 km; e (d) PC com deslocamento acima de 500 km.

## CONCLUSÕES

Identificaram-se as perturbações convectivas (PC) iniciadas na costa norte do Brasil (CNB) em 1987 através de um procedimento objetivo de “tracking”. Para a identificação das PC, utilizaram-se dados de fração de nuvens convectivas do ISCCP na resolução horizontal de  $2,5^\circ$  e temporal de 3 h. Os limiares para o algoritmo de “tracking” foram escolhidos de tal forma que o procedimento pudesse acompanhar uma ocorrência de linha de instabilidade (LI) reportada por Cohen et al. (1995). Também, as PC com raios inferiores a 300 km foram considerados, para fins de “tracking”, como tendo raio igual a 300 km.

Os resultados mostram que, levando-se em toda a população de PC, a maior parte das PC ocorrem nos meses de abril a junho, inicia-se entre 00 e 06 UTC (esse resultado pode ser sensível à escolha dos limiares para os horários noturnos e de madrugada), desloca-se pouco (i.e., fica confinada à CNB) e na direção entre  $90^\circ$  e  $179^\circ$  (azimute), possui o tempo de vida menor ou igual a 10 h e se propaga com uma velocidade média entre 5 e  $10 \text{ ms}^{-1}$ . Algumas dessas características são semelhantes às obtidas para LI por Cohen et al. (1989), o que, de certa forma, justifica a hipótese de que as LI podem estar associadas a PC. Ao selecionar somente as PC de maior deslocamento, algumas características, tais como ciclo anual e horário preferencial de iniciação, são mantidas. No entanto, a direção de propagação muda para o quadrante entre  $180^\circ$  e  $269^\circ$ ; o tempo de vida, para 6 a 27 h; e a velocidade média, para 20 e  $25 \text{ m s}^{-1}$ .

Este estudo abre a possibilidade de se caracterizar objetivamente à climatologia da organização da convecção em grande escala na CNB. Os resultados sugerem que a organização das PC pode estar associada às LI. Dessa forma, a propagação das LI continente adentro pode estar associada a PC; ou seja, essa propagação poderia, em princípio, ser objetivamente detectada através de um algoritmo de “tracking”. O estudo sobre esse tema é deixado para futuros trabalhos.

O método de “tracking” empregado apresentou resultados satisfatórios, devendo ressaltar que este estudo é de caráter preliminar. Os resultados apresentados neste trabalho utilizam somente um ano de dados. Porém, os resultados são bons e encorajam o uso do método para um conjunto maior de anos.

## REFERÊNCIAS

- Cavalcanti, I. F.A Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulação locais. São José dos Campos, **INPE – 2494 – TDI/097**, 1982.
- Cavalcanti, I. F.A.; Influências da Circulação de Escala Sinótica na Circulação da Brisa Marítima na Costa N–NE da América do Sul. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 4.,1982, Pelotas, PA. **Anais...** Pelotas. 1982. v.2, p. 409 - 425, Out. 1982.
- Cohen, J.C.P.; Silva Dias M. A. F.; Nobre, C. A: Environmental conditions associated with Amazonian Squall Lines : A case study. **Monthly Weather Review**, v. 123, n. 11, p. 3163 – 3174, 1995.
- Guedes, R.L. e Machado, L. A. T. : Climatologia da Estrutura Vertical das Perturbações Convectivas sobre a América do Sul e Adjacências. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.18, n.2, p. 215-230, 2003.
- Machado, L. A. T.; Rossow, W. B.; Guedes, R. L.; Walker, A. W. : Life Cycle Variations of Mesoscale Convective Systems over the Américas. **Monthly Weather Review**, v. 126, n. 6, p 1630-1654, 1998.
- Rossow, W. B.; Walker, A. W. : International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP). **Description of Monthly Mean Cloud Data (Stage C2)**. Apendix C, WMO/ICSU, 1991.
- Schiffer, R. A.; Rossow, W. B. : The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP). The first project of the World Climate Research Programme. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.64, p. 779 – 784, 1983.
- Siqueira, J. R; Machado, L. A. T. : Variações Sinóticas das Trajetórias de Perturbações Sinóticas na América do Sul e em Áreas Oceânicas Adjacentes. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11., 2000, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...**Rio de Janeiro; SBMET, 2000. p. 1036-1043.