

7

Aplicações: Inter-relações entre pontos

7.1.

Introdução

Um dos desafios da moderna climatologia é a busca das relações entre variáveis climatológicas em distintos pontos do planeta – o que exige uma resolução mas fina que a inter-relação entre regiões, realizada na seção anterior. É necessário então avançar, oferecendo uma proposta para a avaliação do impacto que a Inovação em um dado ponto produz em todo o planeta. Como na seção anterior, a propagação do impacto da Inovação deriva da avaliação deste impacto ao longo do tempo.

7.2.

O Cálculo das Correlações

Uma das maneiras mais imediatas de calcular o impacto que a Inovação em um ponto produz em outro é calcular a correlação entre elas – e será exatamente este o procedimento aqui adotado. A correlação entre as séries de inovações ponto a ponto, ao longo do globo, para o mesmo instante de tempo, pode ser tomada como uma medida de semelhança entre as dinâmicas das variáveis, estabelecendo assim uma relação espacial. Analogamente, a correlação ponto a ponto para diferentes *lags* exprimirá a propagação da Inovação ao longo do tempo.

Um primeiro método para a identificação do impacto global da Inovação em um ponto pode ser descrito através dos seguintes passos:

1. Determinação do ponto de referência e do intervalo de tempo em estudo
2. Determinação do nível de corte λ^*
3. Cálculo da correlação entre a série temporal da Inovação no ponto e a série temporal da Inovação em cada ponto de discretização do globo cuja Inovação satisfaça o nível de corte.

7.3. Aplicação ao Evento de 1985

Como nas seções anteriores, tomamos a região vizinha a Madagascar como referência – neste estudo, o ponto-alvo da análise 15S 55E, com um nível de corte $\lambda^*=4e5$, para o período de 1/1/1985 a 1/3/1985. A Figura 59 apresenta a correlação entre este ponto e o restante do globo para o lag=0, e a

Figura 60 apresenta as correlações para diferentes lags. É interessante observar a aparente relação entre o ponto-alvo e vários outros pontos do planeta – atingindo inclusive o Brasil.

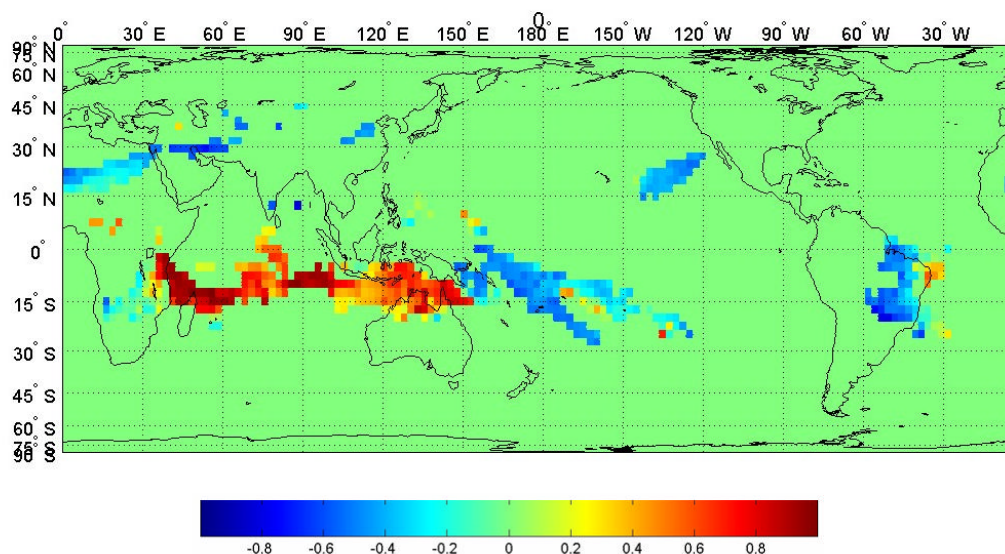
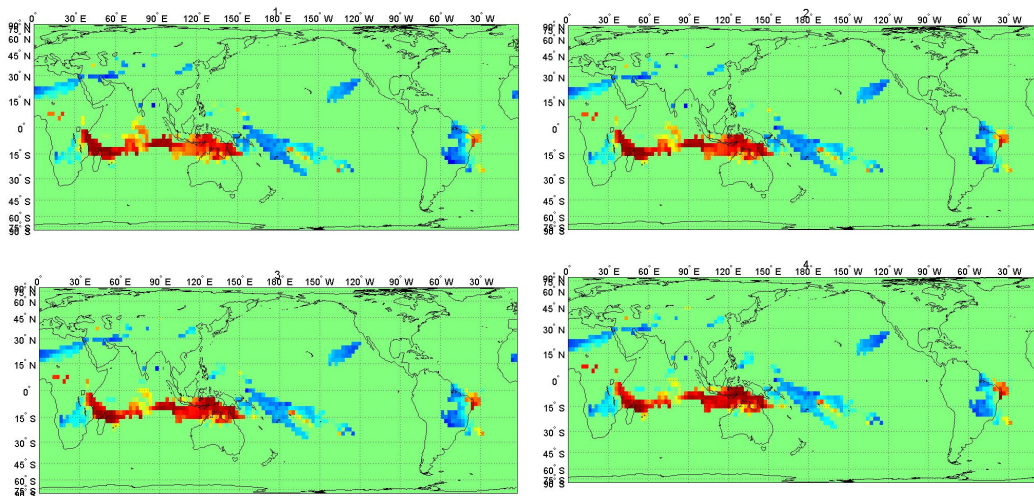
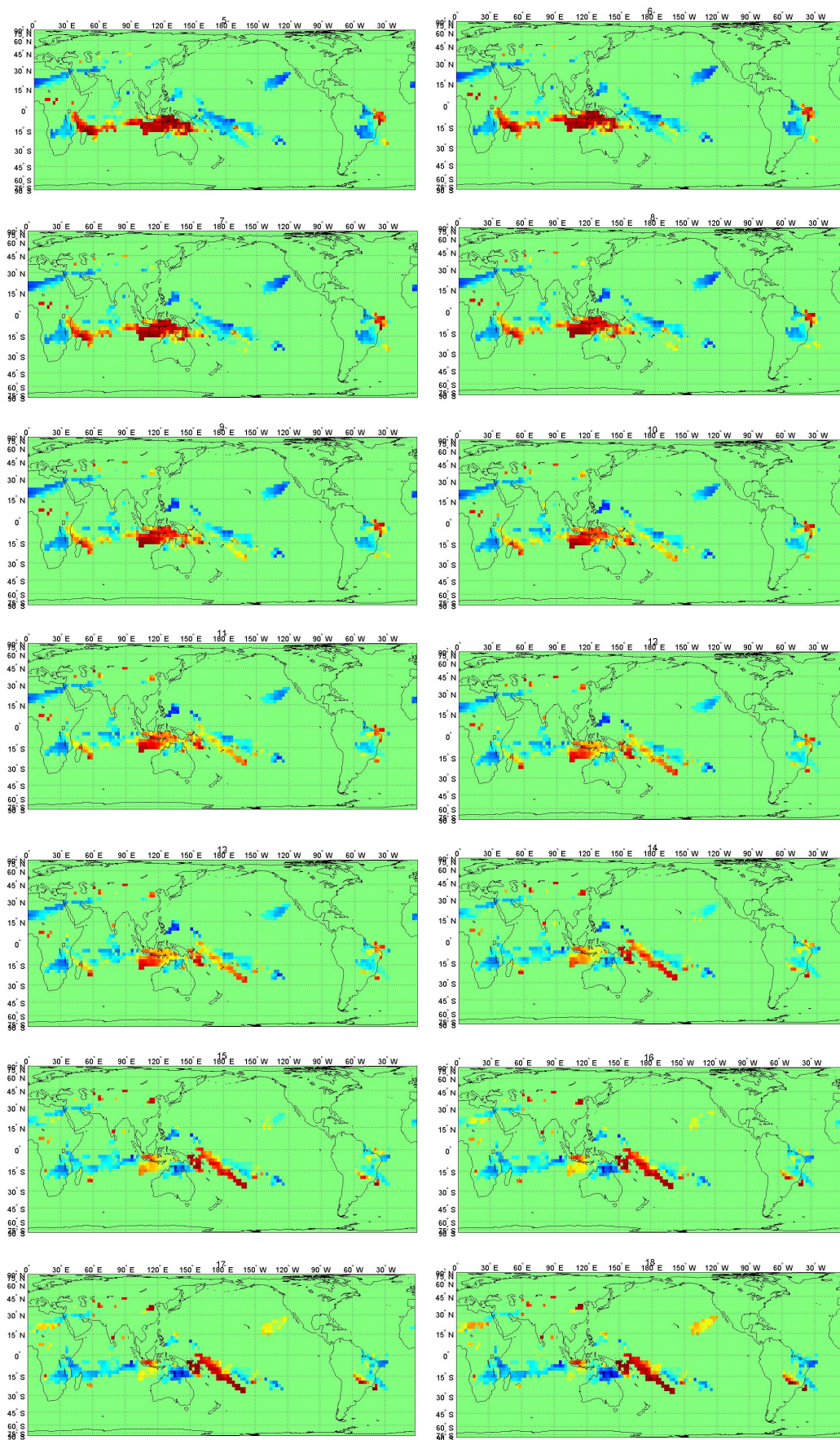


Figura 59 – Correlação da Inovação em 15S 55E, conforme algoritmo proposto, lag=0.





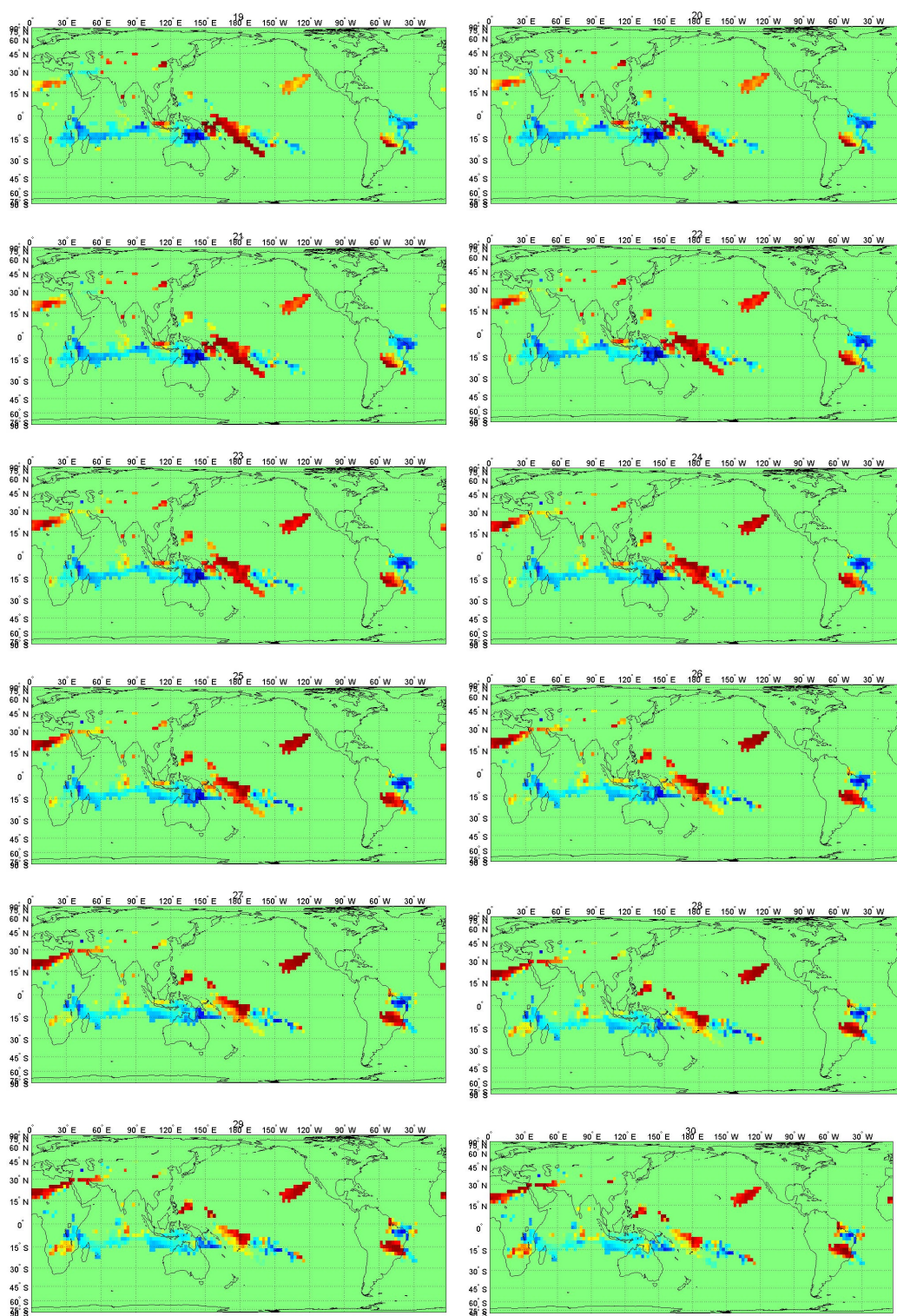


Figura 60 – Correlações da Inovação , conforme algoritmo proposto para os lags de 1 a 30.

É interessante notar que o cálculo das correlações com lags pode ser útil na avaliação da velocidade da propagação do impacto da Inovação. Pode-se por exemplo observar que, neste evento, a Inovação em Madagascar reflete-se no Rio de Janeiro treze dias depois. Uma correlação sistemática entre pontos pode ser um resultado possivelmente útil para a previsão. Por exemplo, uma correlação sistemática entre Madagascar (ponto-fonte) e o Rio de Janeiro (ponto-alvo), com um mesmo lag de 13 dias, sugeriria uma monitoração no ponto fonte para conseqüente previsão do alvo. Esta possibilidade – não explorada neste trabalho – será deixada como sugestão para trabalhos futuros.

Vale ressaltar que o cálculo da correlação depende do nível de corte. Uma tolerância maior na caracterização da Inovação (níveis de cortes mais baixos) poderia levar a resultados mais completos e menos restritivos, já que mais pontos poderiam ser avaliados. Entretanto inovações associadas a energias mais baixas podem refletir apenas ruídos, e assim deixarem de ser representativas.

É necessário construir um critério que separe o ruído da Inovação apoiado em sua significância – não necessariamente contida na magnitude do seu autovalor. Tal critério será baseado na dominância do maior autovalor, que permite a identificação clara de um modo dominante como estabelecido na relação (25) $d = l_1 / l_2$ (25), aqui repetida para maior clareza $d = l_1 / l_2$.

O algoritmo para o cálculo das inter-relações entre pontos passa portanto a ser:

1. Determinação do ponto de referência e do intervalo de tempo em estudo
2. Determinação do nível de significância da Inovação:
 $d = l_1 / l_2 \geq d^*$
3. Cálculo da correlação entre a série temporal da Inovação no ponto e a série temporal da Inovação em cada ponto de discretização do globo cuja Inovação satisfaça o nível de corte.

A Figura 61 e a Figura 62 apresentam o resultado da mesma correlação obtida utilizando-se o critério $d^*=3$ (o máximo autovalor é, em algum instante de tempo, pelo menos três vezes maior que o autovalor que lhe é imediatamente inferior).

Pode-se observar um resultado mais rico, já que abrange pontos desprezados pelo critério anterior. Há informação nos pontos associados aos autovalores mais baixos, que encerram inovações de mais baixa energia, mas nem por isso menos relevantes.

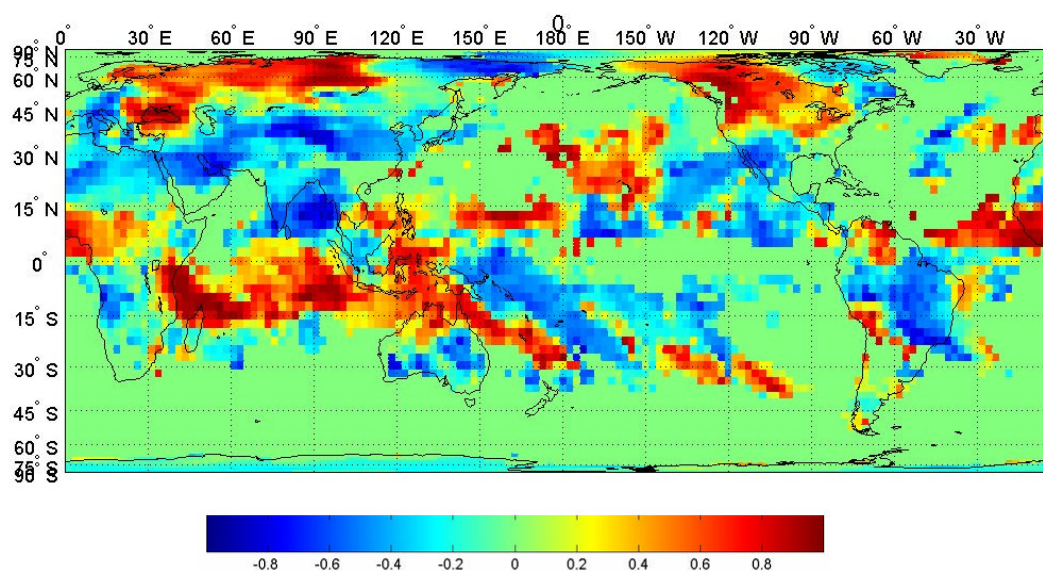
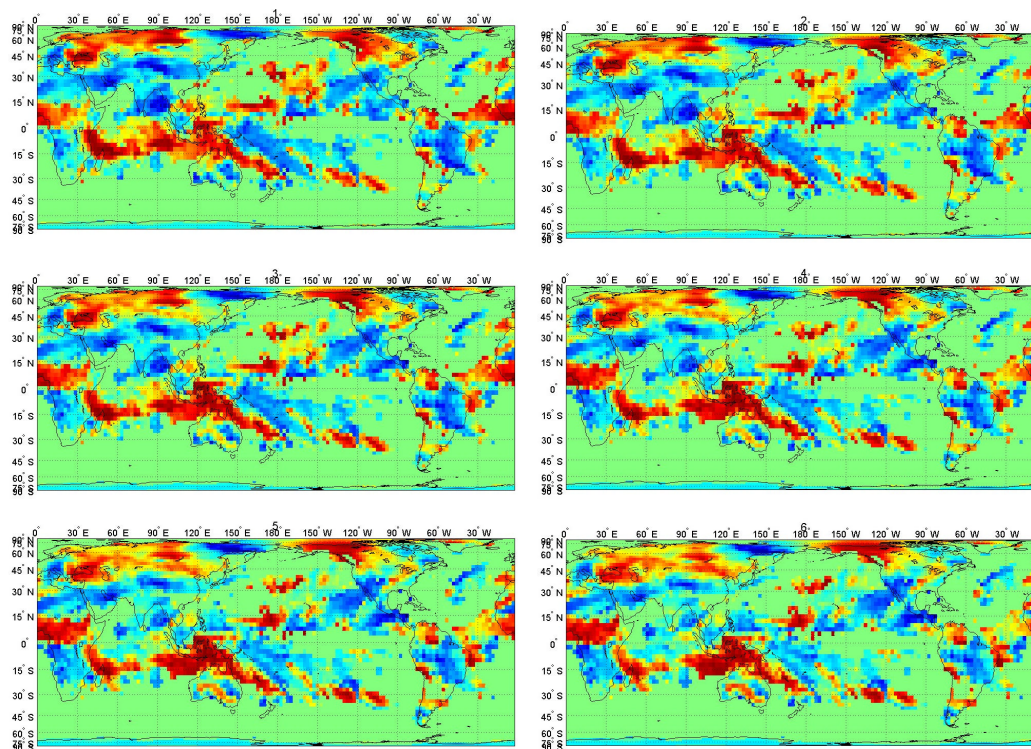
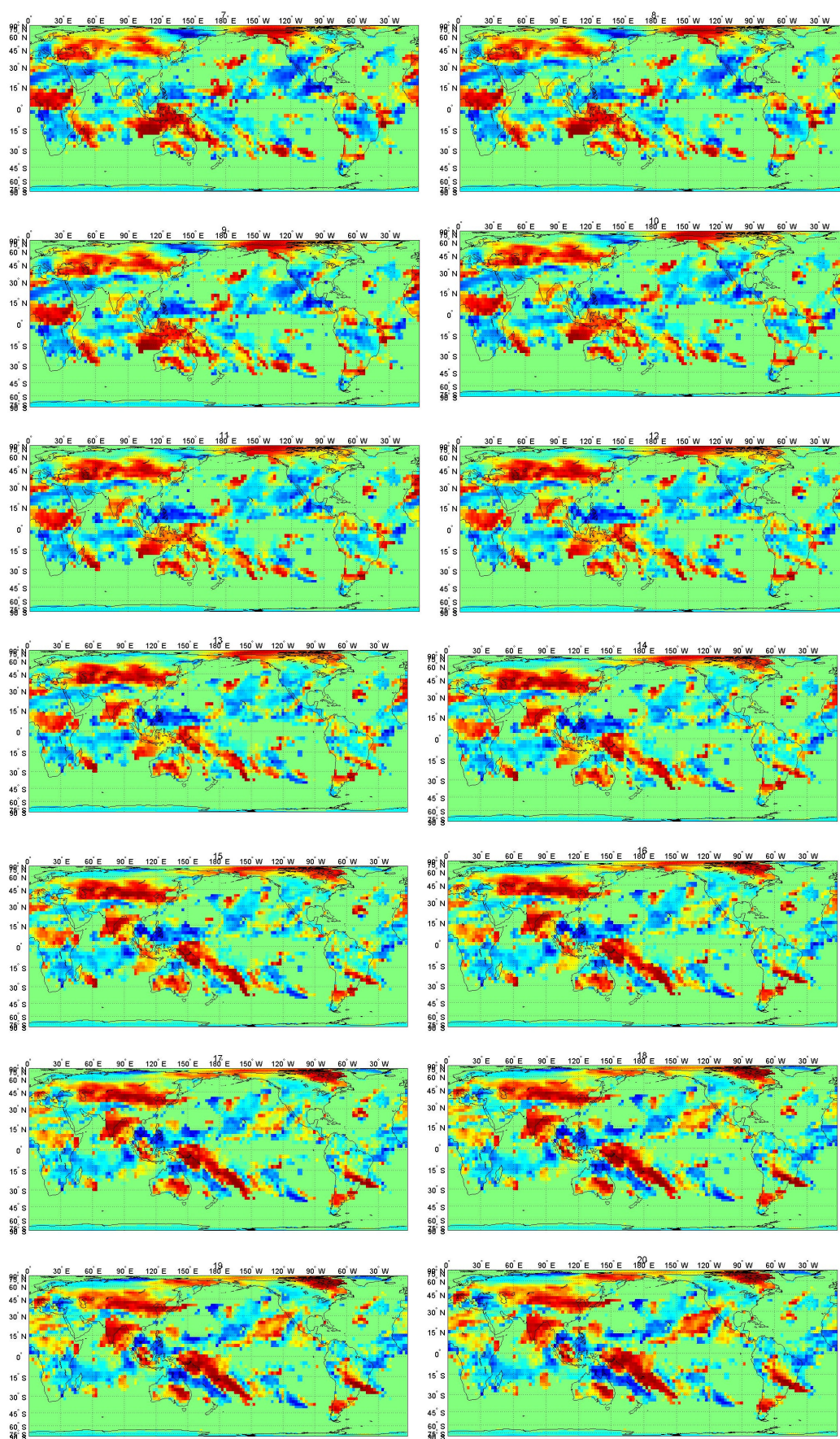


Figura 61 – Correlação com o ponto-alvo (15S 55E), critério $d^*=3$, lag=0





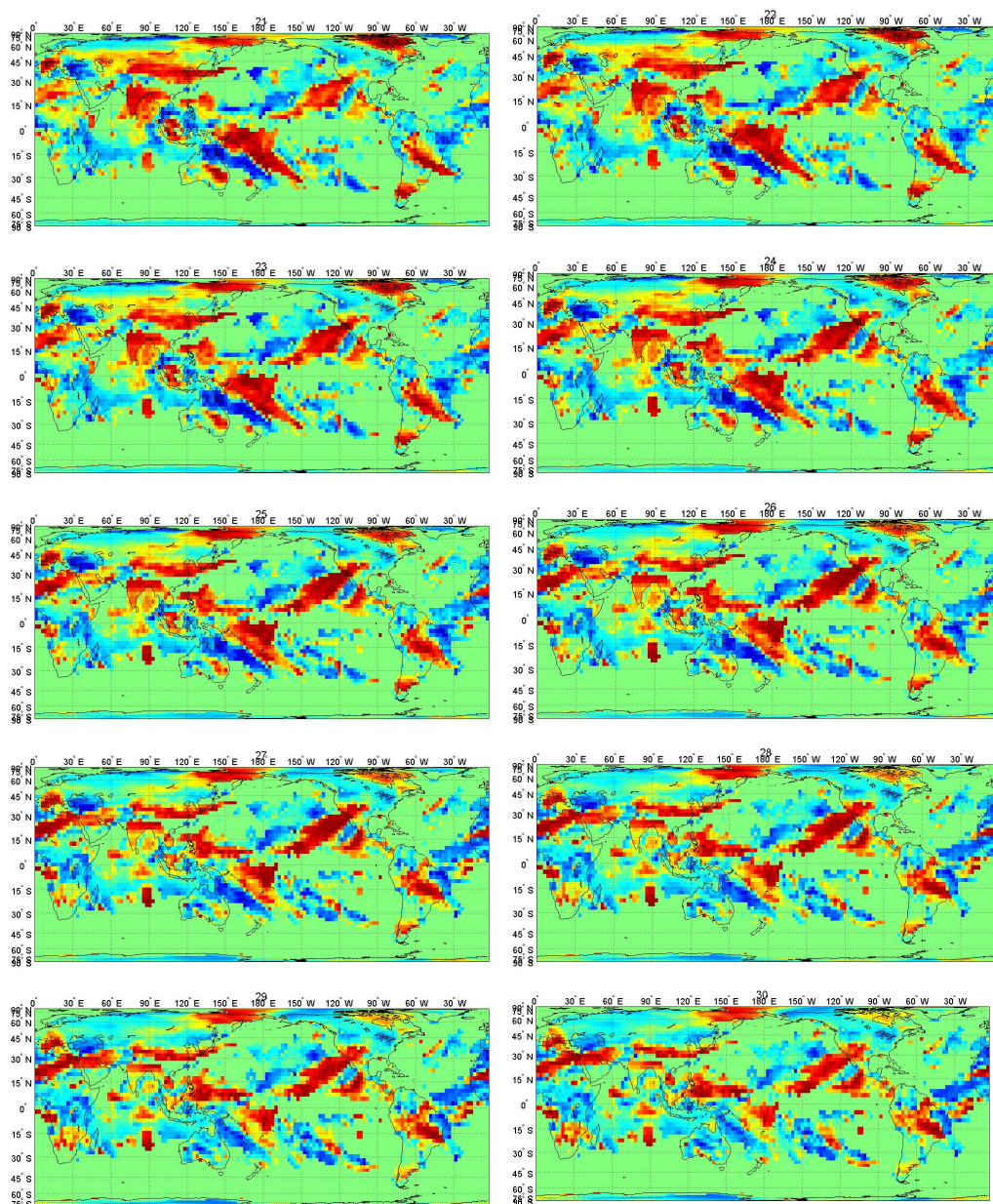


Figura 62 – Correlação com o ponto-alvo (15S 55E), critério $d^*=3$, lags de 1 a 30

7.4. Aplicação ao Evento de 1982

O mesmo método foi utilizado para avaliar o impacto global da Inovação no ponto 6.5N 52.5E para o período de 15/05/82 a 01/08/82. A Figura 63 apresenta as correlações com lag=0.

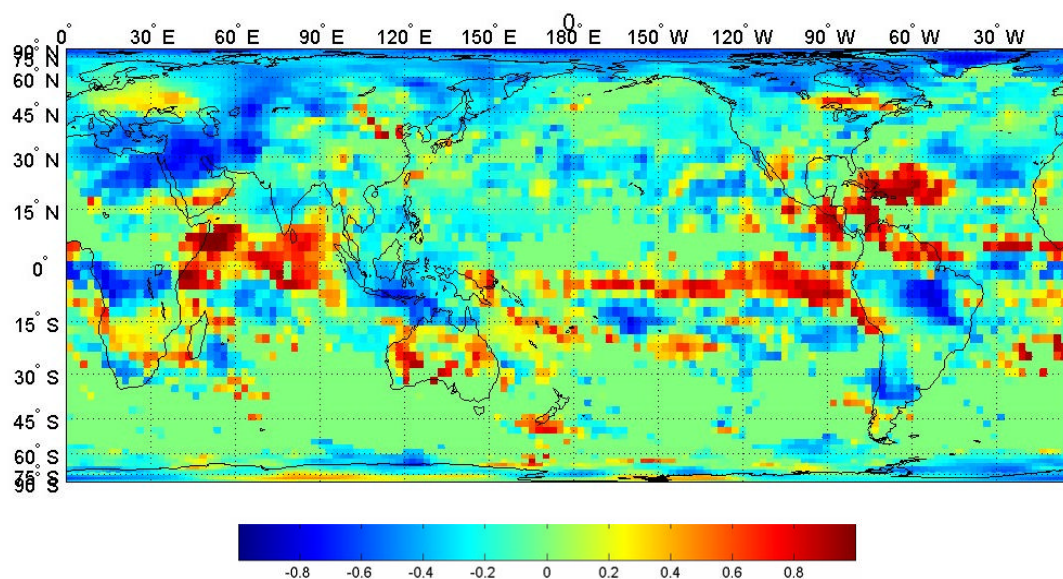
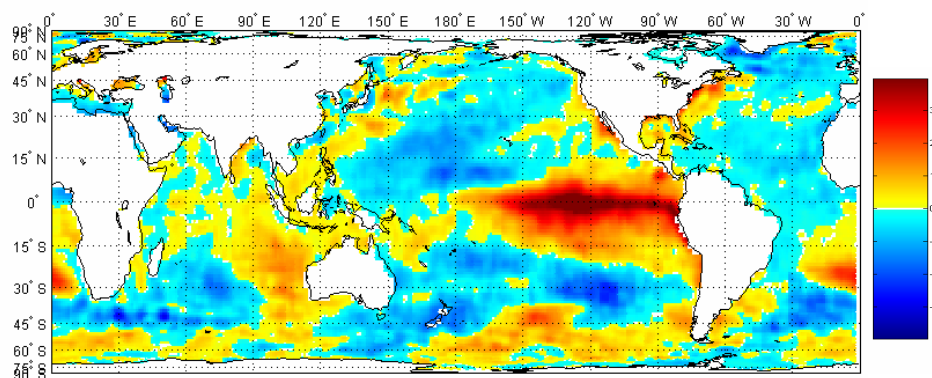


Figura 63 – Correlação da Inovação no ponto-alvo 6.5S 52.5E com o restante do Globo, critério $d^*=10$, lag=0.

É interessante observar a semelhança entre a Figura 63 e a Figura 5, aqui repetida para maior clareza de exposição, apresentado as anomalias de temperatura da superfície do mar normalmente utilizadas para caracterizar o fenômeno *El Nino*.



A comparação entre as duas figuras permite intuir que a correlação entre a Inovação no ponto de estudo e o globo delinea exatamente a região que identifica o evento *El Nino*. É interessante notar, entretanto, que trabalhamos com outro indicador climatológico: as *OLRs*. As Inovações nas *OLRs* demarcam as regiões que serão aquecidas durante o evento, anunciando-o com vários meses de antecedência.

Se lembrarmos que o ponto em estudo foi escolhido exatamente pela magnitude de sua Inovação durante o evento *Madden-Julian* que precedeu o *El Nino*, podemos estabelecer uma possibilidade até agora intuída, mas não completamente comprovada, pela moderna climatologia: a conexão entre os dois eventos. Vale notar que esta conexão não se estabelece, por padronizações – como buscado nas pesquisas da área – mas pela identificação, evento a evento, caso a caso, das regiões que exibem perturbações simultâneas.

Finalmente, é preciso ressaltar que o anúncio do *Niño*, propagando-se da Indonésia à América, é realizado quando as *OLRs* ainda não haviam formado o padrão típico do evento. A observação da Figura 64 evidencia a existência de uma cobertura de nuvens significativas na região do Índico (onde ocorre o *MJO*) acompanhada de uma quase que inexistência de cobertura de nuvens no Pacífico Equatorial (região onde se caracteriza o *El Nino*) durante os meses de maio a agosto de 1982. Em outras palavras, a *OLR* no tem ainda uma magnitude muito reduzida para que sua relação com o Oceano Índico possa ser identificada pelos métodos tradicionais. No entanto, seu comportamento guarda já latente a dinâmica que se revelará no próximo *El Nino* – corretamente identificada pelas Inovações.

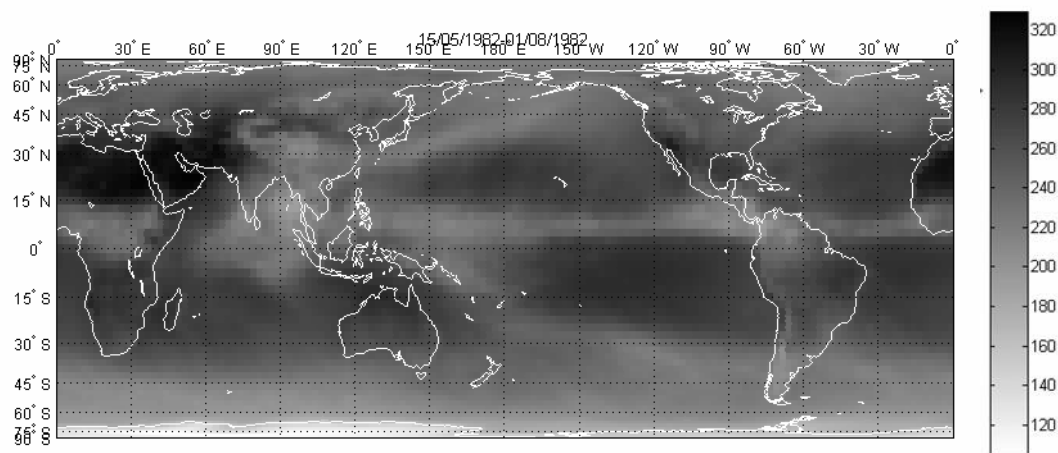
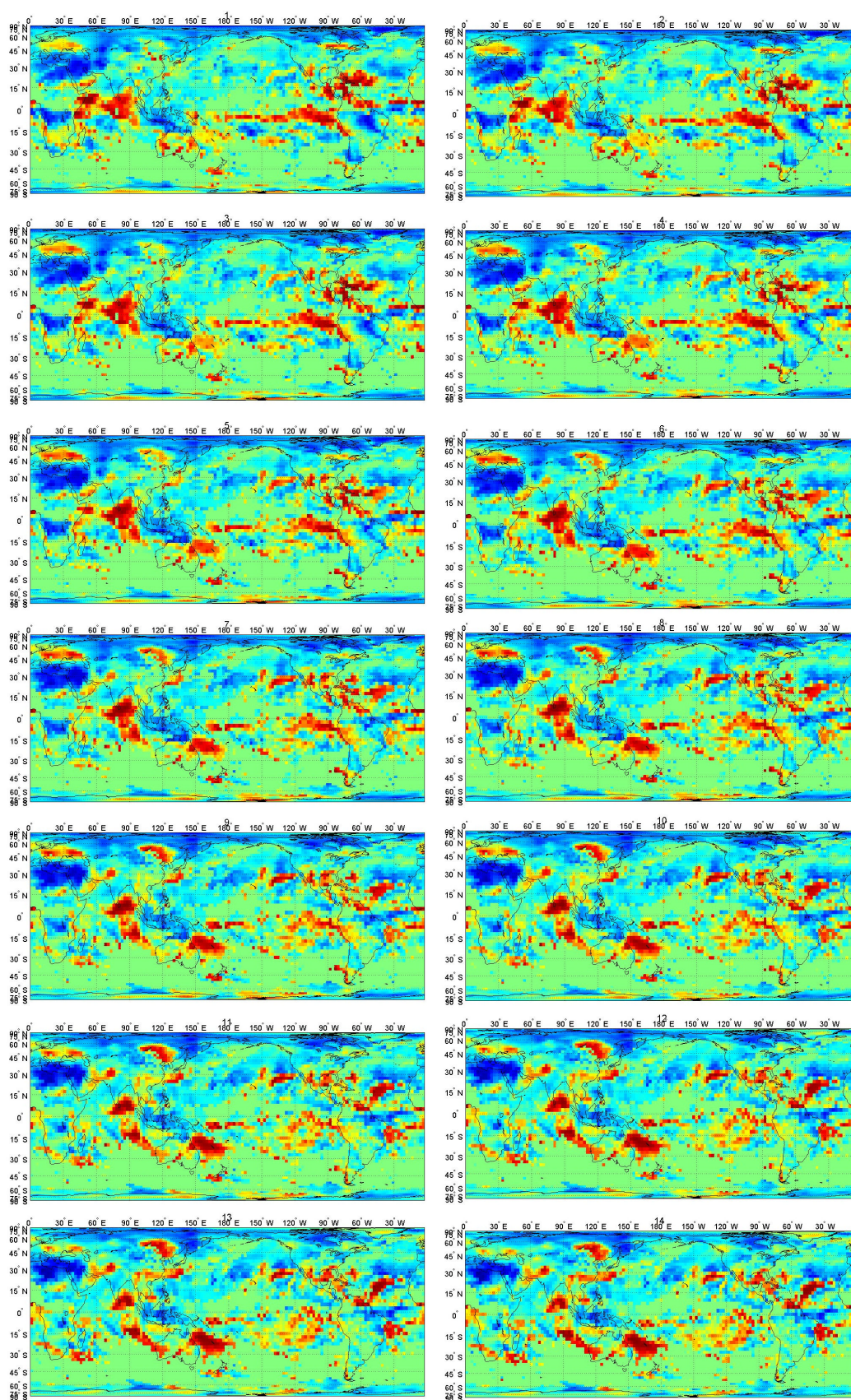
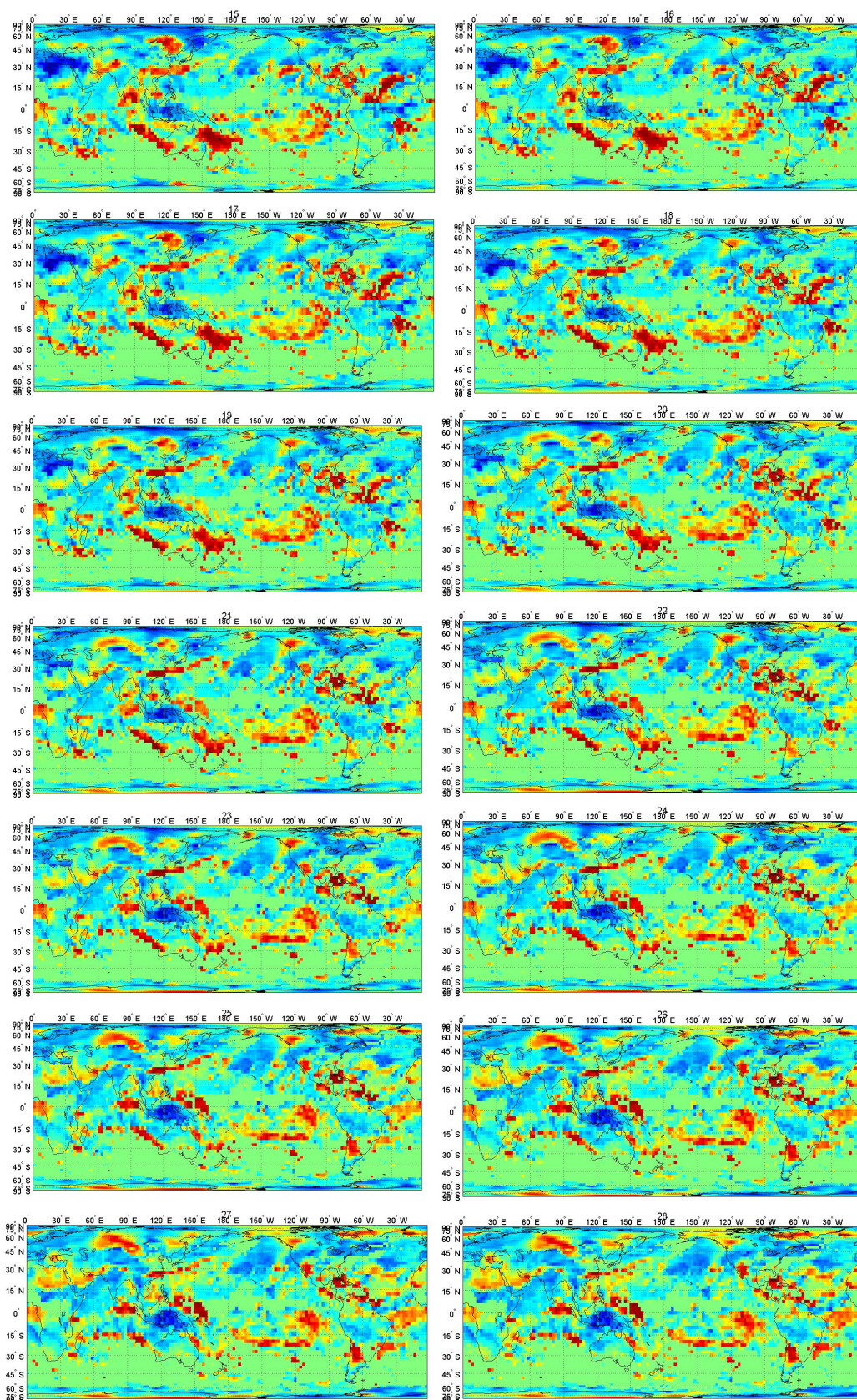


Figura 64 – *OLRs* Globais de maio a agosto de 1982.

Finalmente, a Figura 65 apresenta a correlação do ponto em estudo para o globo ao longo de 30 dias, ilustrando a propagação associada. A região do fenômeno *El Nino* é sistematicamente delineada, mostrando um comportamento consistente.





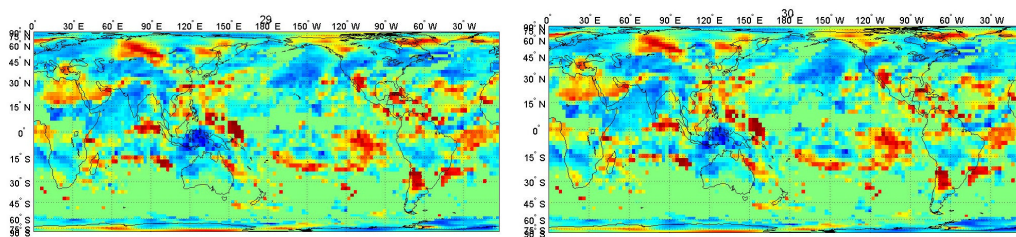


Figura 65 – Correlação da Inovação no Ponto alvo 6.5N 52.5E com todo o globo – $d^*=10$, lags 1-30

7.5. Conclusões

Este capítulo apresentou a aplicação do conceito de Inovação à inter-relação entre pontos distintos no mundo. O resultado mais interessante é a capacidade de identificação de fenômenos. O estudo de um dos pontos onde a magnitude da Inovação é mais intensa durante um evento *MJO* no ano de 1982 (associado a um forte *El Niño*) exibe uma forte correlação com a região classicamente influenciada pelo evento *El Niño*, evidenciando uma relação entre os dois eventos até agora intuída mas não sintetizada por nenhum método disponível na literatura., Ao contrário, as correlações para o ano de 1985 não revelam nenhum impacto na região do *El Niño*, mostrando que o método das Inovações é capaz de oferecer a possibilidade de uma antecipação – talvez mesmo de uma previsão – segura de eventos críticos.

O próximo capítulo estende esta capacidade de previsão, delineando mais precisamente os caminhos de propagação que relacionam as Inovações nos diversos pontos do planeta.