

## NOTA DE PESQUISA

### GÊNESE DO EL NIÑO

MOLION, Luiz Carlos Baldicero – lcolmion@gmail.com  
PhD em Meteorologia - Aposentado UFAL/MEC e INPE/MCT

---

**RESUMO:** Discute-se a gênese do El Niño, argumentando que o fenômeno não pode ser apenas uma oscilação natural do Pacífico e que seu início necessita da atuação de uma força externa ao sistema atmosfera-oceano. Propõe-se que essa força seja a força gravitacional da Lua quando se desloca para a declinação mínima em seu Ciclo Nodal.

#### *GENESIS OF EL NIÑO*

**ABSTRACT:** The genesis of the El Niño is discussed, arguing that the phenomenon cannot be just a natural oscillation of the Pacific Ocean and its triggering needs a forcing external to the atmosphere-ocean system. The Moon's gravitational force is proposed to be that force when it is heading towards the minimum declination in its Nodal Cycle. .

---

El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um processo geofísico que ocorre no Oceano Pacífico Tropical e é um exemplo admirável de interação oceano-atmosfera que interfere no clima global e regional. É constituído de dois componentes, o oceânico, denominado El Niño (EN) propriamente dito, e o atmosférico, a Oscilação Sul (OS). O EN é caracterizado por anomalias positivas da temperatura da superfície do mar (TSM), ou seja, águas mais quentes que as normais se estabelecem no Oceano Pacífico Tropical Centro-Oriental, próximo à costa oeste da América do Sul. Quando as anomalias de TSM são negativas, dá-se o nome de La Niña à fase fria do EN. A OS é a variação zonal da pressão atmosférica ao nível do mar (PNM) sobre o Pacífico Tropical, medida tradicionalmente em dois centros, Tahiti (Polinésia, Pacífico Oriental) e Darwin (Austrália, Pacífico Ocidental) e é quantificada por sua diferença padronizada entre esses dois centros com que se define o Índice da Oscilação Sul (IOS). Em geral, índices negativos, em que a PNM é mais baixa no Pacífico Centro-Oriental que no Pacífico Ocidental, coincidem com eventos El Niños, enquanto índices positivos, em que as diferenças de PNM são contrárias, correspondem a eventos La Niñas. Essa coincidência ocorre em cerca de 65% dos eventos. Eventos El Niño fortes aumentam a temperatura da baixa troposfera global, pois injetam grandes quantidades de calor sensível e calor latente na atmosfera tropical como foi constatado em eventos recentes. Por exemplo, no El Niño de 1997/98, de acordo com Spencer (2016), a temperatura global registrou um desvio positivo de +0.74°C em abril de 1998 e, no de 2015/16, a temperatura global de fevereiro de 2016 atingiu a marca de +0,83°C acima da média. No Brasil, é aceito que, de maneira geral, se têm secas nas Regiões Norte e Nordeste e excesso de chuva nas Regiões Sul e Sudeste em eventos El Niño, ao passo ocorre o contrário em eventos La Niña.

Acredita-se que os impactos do processo geofísico sejam conhecidos, porém sua origem ainda não está bem estabelecida. A hipótese mais aceita é que o Pacífico Tropical, dada sua extensão, tenha uma frequência natural de oscilação resultante da interação entre os campos de PNM, e ventos associados, e as águas do oceano. Devido às PNM altas na costa oeste da América do Sul, os

ventos Alísios sopram forte de Leste para Oeste, arrastam as águas que se aquecem nesse trajeto e se acumulam na região Austrália/Indonésia, formando a chamada "piscina de água quente do Pacífico Ocidental", associada a PNM mais baixas. Na costa oeste da América do Sul, essa retirada das águas superficiais provoca ressurgência de águas frias, ou seja, águas profundas sobem à superfície para repor as que estão sendo arrastadas, fazendo com que essa região apresente TSM cerca de 10°C mais frias que as do Pacífico Ocidental e apresente PNM mais altas. A diferença de PNM entre o Leste e o Oeste é responsável pela persistência dos ventos Alísios. As águas, ao se acumularem no Oeste, pressionam as camadas inferiores do oceano local para baixo, um efeito semelhante a comprimir uma mola. Como água é um fluido incompressível, eventualmente as camadas inferiores do oceano (termoclina) reagem com um movimento brusco para cima e expulsam as águas superficiais mais quentes. Isso dá origem a uma onda interna sub-superficial no oceano, numa camada de cerca de 100 metros de espessura, denominada Onda de Kelvin, que se propaga da Austrália/Indonésia em direção à costa do Equador/Peru, levando cerca de três meses para cruzar o Oceano Pacífico. O calor transportado pela Onda de Kelvin aquece as águas da costa do Equador/Peru. As águas superficiais aquecidas abaixam as PNM, reduzem, ou até invertem, a diferença de PNM entre o Leste e o Oeste, enfraquecendo ou invertendo os Alísios, o que faz cessar a ressurgência e aumentar ainda mais as TSM. Tem-se, então, um El Niño instalado, que poderá persistir por 6 a 18 meses. Na retaguarda da Onda de Kelvin, encontram-se águas mais frias e esse déficit de calor também é transportado para Leste e, quando chega, dissipa o El Niño, dando origem a sua fase fria, o La Niña. As águas frias, agora presentes, fazem a PNM aumentar no Leste do Pacífico e novamente a diferença de PNM entre o Leste e o Oeste do Pacífico aumenta e intensifica os Alísios, restabelecendo a ressurgência e fazendo com que as águas fiquem mais frias na costa oeste da América do Sul e sejam empurradas para Oeste. O processo geofísico como um todo se repete, semelhante a uma imensa "gangorra oceânica/atmosférica", com oscilação Leste-Oeste de 4 a 5 anos até que a viscosidade restabeleça a neutralidade das TSM.

Como foi dito, não se tem conhecimento adequado sobre as causas físicas da gênese do processo ENOS. É realmente uma oscilação natural ou há necessidade de uma força externa para que o processo se inicie? Se for uma força externa, uma possível candidata seria a força gravitacional lunar sabidamente atuante sobre as marés. O Ciclo Nodal Lunar (ver e.g., YNDESTAD, 2006) define a variação da inclinação do plano da órbita da Lua em relação à superfície terrestre. Como esse plano é inclinado com relação ao equador, a Lua passa, relativamente falando, 14 dias no Hemisfério Norte e 14 dias no Hemisfério Sul durante o ciclo de 28 dias de suas fases. A inclinação ou declinação do plano orbital, porém, não é "fixa". Ela varia de sua posição máxima de 28,6°N a 28,6°S de latitude para a mínima de 18,4°N a 18,4°S de latitude num intervalo de 9,3 anos e retorna para a posição máxima em mais 9,3 anos, totalizando um ciclo de 18,6 anos. Em um intervalo de aproximadamente 10 anos, o plano da órbita lunar se situa fora dos trópicos, ou seja, sua declinação é maior que 23,5° (latitude dos Trópicos do Câncer e Capricórnio). Nessas circunstâncias (declinação entre 23,5° e 28,6° de latitude), o componente da força gravitacional lunar é maior na direção equador-polo e acelera as correntes marinhas, particularmente a do Golfo (América do Norte) e a de Kuroshio (Japão), transportando mais calor da região tropical para as

latitudes mais elevadas. Isso faz com que as águas do Pacífico Norte e do Atlântico Norte fiquem mais aquecidas que o normal e torne o clima dos países banhados por elas, como a costa oriental da Ásia, América do Norte, Europa Ocidental, Inglaterra e Escandinávia, mais ameno e úmido. O plano da órbita lunar se situa dentro da região tropical (declinação entre  $18,4^\circ$  e  $23,5^\circ$ ) durante cerca de 9 anos e o componente de sua força gravitacional é maior na direção Leste-Oeste. A exportação de calor para fora dos trópicos é reduzida, mais calor é retido e redistribuído zonalmente dentro dos trópicos. Ao invés da oscilação natural, a força gravitacional da Lua, juntamente com os Alísios, seriam responsáveis por empurrar e empilhar, inicialmente, as águas no Pacífico Ocidental, criando as condições oceânicas propícias ("gatilho") que antecedem um evento El Niño forte. Daí por diante, o desenvolvimento do evento El Niño seguiria a hipótese acima, ou seja, as camadas mais profundas do Pacífico Ocidental comprimidas respondem bruscamente e disparam a Onda de Kelvin que transporta calor para o Pacífico Oriental. Na Tabela anexa, mostra-se a estranha coincidência de eventos El Niño intensos, como os de 1941/42, 1957/58, 1977/79, 1997/98 e 2015/16, terem ocorrido quando a declinação do plano da órbita lunar se situou dentro dos trópicos, ou seja, entre o Ponto Médio #2 e o Ponto Médio #1, passando pelo mínimo lunar. Notem que os eventos são espaçados de 19 anos. Se isso não for coincidência, é possível prever a ocorrência de futuros eventos El Niño fortes. Os eventos intermediários, como os de 1982/83 e 1986/87, podem estar associados ao Ciclo das Apsides Lunares (8,85 anos) e/ou seu submúltiplo (4,4 anos), ou ainda, serem resultantes da oscilação Leste-Oeste da termoclina durante os anos subsequentes que, em conjunto com a interação oceano-atmosfera atuando nos campos de PNM e de ventos, forcem as TSM do Pacífico Tropical a retornarem ao estado de neutralidade. Chama-se a atenção, também, para a coincidência de o Atlântico Norte ter começado a se resfriar a partir de 2006/2007, ano em que o plano da órbita lunar atingiu sua declinação máxima ( $28,6^\circ$ ). Em resumo, a Lua pode interferir no clima global/regional indiretamente por meio de sua ação gravitacional ao modificar, em primeiro lugar, a velocidade das correntes marinhas e o transporte de calor meridional nos oceanos e, na sequência, mudar a configuração das TSM, particularmente nos setores norte do Atlântico e do Pacífico que têm suas bacias fechadas. A configuração de TSM modificada por quase duas décadas muda a atmosfera sobrejacente e o clima.

**Tabela 1** - Efemérides do Ciclo Nodal Lunar desde 1885

<b>MINIMO</b>	<b>PONTO MÉDIO#1</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>PONTO MÉDIO#2</b>
<b>18,4°</b>	<b>23,5°</b>	<b>28,6°</b>	<b>23,5°</b>
<b>dd/mm/aa</b>	<b>dd/mm/aa</b>	<b>dd/mm/aa</b>	<b>dd/mm/aa</b>
<b>16/09/1885</b>	<b>16/10/1889</b>	<b>22/09/1894</b>	<b>25/09/1899</b>
<b>24/03/1904</b>	<b>05/05/1908</b>	<b>28/03/1913</b>	<b>15/04/1918</b>
<b>27/09/1922</b>	<b>12/02/1927</b>	<b>15/03/1932</b>	<b>23/01/1937</b>
<b>20/03/1941</b>	<b>16/09/1945</b>	<b>19/09/1950</b>	<b>26/08/1955</b>
<b>24/09/1959</b>	<b>04/04/1964</b>	<b>25/03/1969</b>	<b>15/03/1974</b>
<b>24/09/1978</b>	<b>05/11/1982</b>	<b>29/09/1987</b>	<b>01/10/1992</b>
<b>16/03/1997</b>	<b>01/08/2001</b>	<b>22/03/2006</b>	<b>06/05/2011</b>
<b>21/09/2015</b>	<b>05/03/2020</b>	<b>22/03/2025</b>	<b>12/02/2030</b>
<b>26/03/2034</b>	<b>05/10/2038</b>	<b>25/09/2043</b>	<b>01/09/2048</b>
<b>13/03/2053</b>	<b>24/04/2057</b>	<b>18/03/2062</b>	<b>21/03/2067</b>
<b>17/09/2071</b>	<b>26/11/2075</b>	<b>21/09/2080</b>	<b>22/10/2085</b>

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

SPENCER, R.W., em <http://www.drroyspencer.com/latest-global-temperatures/> acesso em 14/06/2016.

YNDESTAD, H., The influence of the nodal cycle on Arctic climate. ICES Journal of Marine Science 63: 401-420, 2006