

On the South Equatorial Undercurrent Origin and Variability in the Western Tropical Atlantic

Origem e Variabilidade da Subcorrente Sul Equatorial no Atlântico Tropical Oeste

Julia Martins de Araujo
Prof. Dr. Ilson Carlos Almeida da Silveira

Nome em citações: Araujo, J.
Idioma da dissertação: Inglês
Número de páginas: 104
Volume: 1

ABSTRACT

The South Equatorial Undercurrent (SEUC) is the northermost equatorial countercurrent of the South Atlantic Ocean. Having been described in the late 1970's, this jet has been depicted as lower tropical pycnocline-subpycnoclinic current that flows eastward crossing the Atlantic Ocean in the 3.5°S-5.5°S latitudinal band. Its origin site is nearby the western boundary, but how this jet is formed and organizes itself is theme that has not been settled in the scientific community so far. Some authors credit the SEUC genesis due to the feeding by the western boundary current system. Others consider that the SEUC is formed by interior sources, such as the equatorial branch of the South Equatorial Current (eSEC) as it approaches the Brazilian continental margin. Finally, there are others who compromise both approaches mentioning that the SEUC genesis is seasonally-dependent and its sources may vary along the year. However, most of this studies used one-two cruise synoptic observations and/or limited float data. This present work aims to reexamine this topic by obtaining a higher resolution, quantitative picture of the SEUC origin site employing hydrographic and current profiler data from 25 surveys in the area. It complements the observational information by exploring the 1993-2018 assimilative GLORYS12V1 global reanalysis. The analysis and interpretation of 13 selected cruises that best captured the SEUC suggested - through the construction vertical section and stream function maps - that the North Brazil Undercurrent (NBUC) is the main source of water volume to the SEUC. The SEUC origin seems to be closely related to a southernmost of the multiple retroreflections of the NBUC-North Brazil Current (NBC) system. However, unlike all others, the retroreflection lobe is cyclonic, and not anticyclonic. In addition, the sometimes called NBUC counterflow (or NBUCc for short) is in fact and overshoot of the so-called primary crest of the retroreflection structure, and very likely the SEUC beginning. The site location of the NBUC retroreflection is that of the shelf projection of the Cape Calcanhar (5.5°S), where the Brazilian margin veers drastically from a meridional orientation to virtually 45° westward of the north direction. In addition to the velocity mapping, a regional water mass analysis was carried out to reveal that lower salinity, high dissolved oxygen content, and therefore compatible with the SACW flowing in the NBUC, dominates the SEUC near its origin location. The uneven distribution of the 13 analyzed cruises led us to rule out the possibility of seasonally alternating sources of SEUC feeding. The NBUC source is markedly relevant throughout the year. The use of the numerical GLORYS12V1 outputs allowed for three complementing and relevant results, after a detailed quantitative assessment of the model skills in the study area. The first result was to compute a 25-year climatology of the SEUC birth site, calculate the volume transport balance and show that the NBUC feeding cannot be discarded as the most important source for the SEUC formation. A second relevant finding is that the the use of AMEDA

eddy-detecting algorithm allowed to separate three large bands rich in vortical activity. The northeast band (2.5°S-4.5°S,35°W-28°W) is dominated by anticyclones; the southeast band (4.5°S-6.5°S,35°W-28°W) is dominated by cyclones and the western boundary(0°-3.5°S,39°W -35°W) band is also dominated by cyclones. The first two zonal bands are separated by a slimmer region where both polarities are found. All this is indicative of the presence of a wave pattern characteristic of separating jets from a retroflection structure. Moreover, the inspection of countless model snapshots revealed that these waves are unstable - probably baroclinic Tropical Instability Waves- already reported for the region and related somehow with the SEUC dynamics. The third and, perhaps the most intriguing, of the three results of the numerical output analysis is that the NBUC retroflection itself is unstable, and sheds about 7 intrapycnoclinic cyclones per year. These rings keep flowing northwestward bordering the NBC and probably reach the equator.

Palavras-chave em inglês: Western boundary currents, South Equatorial Undercurrent, Current retroflection, Eddy shedding.

RESUMO

A Subcorrente Sul Equatorial (SEUC) é a contracorrente equatorial situada mais ao norte no Oceano Atlântico Sul. Descrita no final dos anos 1970, esse jato oceânico tem sido retratado na literatura como uma corrente de pycnoclina tropical inferior e subpycnoclina, que flui para leste cruzando o Atlântico Tropical entre 3.5°S-5.5°S. Seu sítio de origem ocorre nas proximidades do contorno oeste, mas como o jato é formado e se organiza para cruzar o Atlântico ainda é tema de controvérsia na comunidade científica. Alguns autores creditam a gênese da SEUC ao suprimento de volume pelo sistema de correntes de contorno oeste. Outros autores consideram que a SEUC é alimentada por fontes interiores, tal qual um giro anticiclônico do ramo equatorial da Corrente Sul Equatorial (eSEC) à medida que esse se projeta sobre a margem continental Brasileira. Outros autores ainda tentam concatenar as duas hipóteses especulando que a gênese da SEUC apresenta variação sazonal e que há alternância nos contribuidores de sua formação. Entretanto, a revisão dos trabalhos pretéritos revela que a maioria dos estudos conduzidos na região da SEC se valeram de 1-2 cruzeiros sinóticos apenas. Outros, utilizaram-se de dados de flutuadores restritos a uma determinada faixa de profundidade. O presente trabalho se dispõe a reexaminar esse tema através da obtenção de um figura quantitativa, de alta resolução espacial sobre a origem e formação da SEUC através do emprego de perfilagens de hidrografia e velocidade de 25 cruzeiros quase-sinóticos disponíveis na área. Este trabalho complementar as informações obtidas pelas observações explorando a reanálise assimilativa global GLORY12V1. A análise e interpretação de 13 (dos 25) cruzeiros selecionados que melhor capturaram a SEUC sugeriram - através da construção de mapas horizontais de função de corrente e seções verticais de velocidade - que a Subcorrente Norte do Brasil (NBUC) é a mais importante contribuidora à formação da SEUC em termos de volume de água. A origem da SEUC parece estar proximamente relacionada à mais austral das múltiplas retroflexões do sistema NBUC-Corrente Norte do Brasil (NBC). Entretanto, ressaltamos que ao contrário das demais, o lobo de retroflexão é ciclônico, e não anticiclônico. Adicionalmente, o que é algumas vezes chamado na literatura de contrafluxo da NBUC (ou NBUCc) se trata provavelmente da crista primária da retroflexão adjacente ao lobo ciclônico primário e, portanto, demarca provavelmente o início da SEUC. A localização do sítio de formação da retroflexão da NBUC é aquele nas circunvizinhanças da projeção na margem continental do Cabo do Calcanhar (5°S), onde a margem Brasileira guina de uma orientação praticamente meridional para uma inclinada 45° à esquerda do norte verdadeiro. Em adição aos mapas de velocidade, conduzimos

uma análise de massas de água regional, que revelou que águas de relativamente baixa salinidade e altas concentrações de oxigênio dissolvidos, que são compatíveis com águas oriundas da NBUC, dominam as características da SEUC próximo a seu sítio de formação. A distribuição desigual, mas cobrindo todas as estações do ano, também revelam que não há variação sazonal de contribuidores de formação da SEUC. A NBUC é a principal formadora ao longo de todo o ano. O uso das saídas numéricas da climatologia GLORYS12V1 permitiram-nos três resultados finais conclusivos ao presente tema. O primeiro resultado foi o cálculo de uma climatologia de 25 anos sobre o sítio de origem da SEUC, com a qual calculamos o balanço do transporte de volume e mostramos que a contribuição da NBUC não pode sob nenhuma hipótese ser descartada também via este outro cálculo. O segundo resultado, obtido através da aplicação do algoritmo AMEDA de detecção dos vórtices, permitiram a identificação de três bandas onde a formação, ocorrência e ou propagação de vórtices é intensa. A banda nordeste (2.5°S-4.5°S, 35°W-28°W) é dominada por anticiclones; a banda sudeste (4.5°S-6.5°S, 35°W-28°W) é dominada por ciclones; e a banda do contorno oeste (0°-3.5°S, 39°W-35°W) também é dominada por ciclones. As primeiras duas bandas são separadas por uma delgada região onde vórtices de ambas polaridades são encontrados. Essas estruturas são indicativas da presença de um padrão característico de jatos em separação de estrutura de retroflexão. Acrescentamos a isso, a inspeção de inúmeros campos instantâneos do modelo que revelam se tratam de ondas instáveis - que provavelmente estão associadas a ondas de instabilidade tropical - já reportadas para esse região de estudo, e que estão relacionadas com a dinâmica da NBUC. O terceiro achado, e provavelmente o mais intrigante, é que a retroflexão da NBUC propriamente dita também é instável e emite cerca de sete ciclones intrapicnoclínicos por ano. Esses anéis vorticais, após a emissão, continuam a se propagar para noroeste, ao longo da borda externa da NBC, e provavelmente atingem o equador.

Palavras-chave em português: Correntes de contorno oeste, Subcorrente Sul Equatorial, Retroflexão da corrente, Emissão de vórtice.