

IMPACTO DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA DO FENÔMENO ENOS NA ESTAÇÃO CHUVOSA DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL NOS ÚLTIMOS ANOS

Ester Regina Kazuko Ito¹, Caio Augusto dos Santos Coelho¹

¹ Grupo de Previsão Climática, CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista/SP

RESUMO – Este trabalho analisa a variabilidade climática do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e os padrões de grande escala do sistema acoplado oceano-atmosfera com o objetivo de melhor compreender os processos que provocaram alternância de regimes anômalos de precipitação da Região Nordeste do Brasil (NEB) nos últimos quatro anos, com enfoque no trimestre março a maio (MAM). Os resultados indicam que o excesso de precipitação ocorrido em 2009 e a seca rigorosa de 2012 tiveram uma fundamental contribuição do padrão do Oceano Atlântico tropical (ATL), e reduzida ou nula contribuição do Oceano Pacífico equatorial (PAC). Por outro lado em 2010, o regime deficiente de precipitações no NEB pôde ser explicado pelo episódio El Niño configurado no PAC. No caso de 2011, os padrões de ambos os oceanos foram favoráveis para o regime chuvoso observado na região.

ABSTRACT – This study analyses the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) climate variability and coupled ocean-atmosphere large-scale patterns with the aim of better understanding the processes leading to alternated anomalous precipitation regimes in the Northeast region of Brazil (NEB) during the last four years, focusing in the period from March to May (MAM). Results indicate that the excessive rainfall occurred in 2009 and the severe drought of 2012 had fundamental contribution from the tropical Atlantic Ocean (ATL), and reduced or null contribution from the equatorial Pacific Ocean (PAC). On the other hand, in 2010, the lack of precipitation in the NEB was explained by the El Niño episode in the PAC. For the period 2011, the patterns of both oceans were favorable to the observed abundant rainfall regime.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos quatro anos, o fenômeno acoplado oceano-atmosfera chamado ENOS (El Niño-Oscilação Sul) tem apresentado ciclos tipicamente irregulares (Sarachik e Cane, 2010), configurando fases frias ou fases quentes alternadas nas águas superficiais do Oceano Pacífico equatorial (PAC) (fenômeno La Niña ou El Niño). Este fenômeno modifica a circulação geral da atmosfera, que por sua vez afeta o regime de precipitação de determinadas áreas do globo terrestre, assim como a Região Nordeste do Brasil - NEB (Ropelewski e Halpert, 1989). Outro fator fundamental para o regime de chuva desta região é o padrão de temperatura das águas superficiais do Oceano Atlântico tropical (ATL), cujo comportamento pode favorecer ou dificultar a atuação dos principais sistemas meteorológicos que influenciam a região [Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (Kousky, 1985; Nobre e Molion, 1986), e distúrbios ondulatórios de leste – DOL (Yamazaki e Rao, 1977; Chan 1990; Espinoza 1996; Mota 1997)]. Vale lembrar que a ZCIT alcança a posição média mais ao sul ($\sim 1^\circ\text{S}$) nos meses de março e abril (Uvo, 1989), sendo assim determinante para o período chuvoso do norte e de parte do sertão do NEB.

O objetivo deste trabalho é discutir a variabilidade dos fenômenos climáticos configurados no PAC e a evolução dos padrões de temperatura da superfície do mar (TSM) do ATL, com o intuito de explicar as anomalias do período chuvoso do NEB observadas nos últimos quatro anos, com enfoque para o trimestre março-abril-maio (MAM). Espera-se que esta investigação promova um melhor entendimento dos processos que levaram ao regime anômalo de precipitação da região, cujo conhecimento pode contribuir para a elaboração da previsão climática sazonal para o NEB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A análise de grande escala contida neste trabalho foi realizada com base em dados mensais do NCEP/NCAR *Reanalysis Project* para composição dos mapas de circulação

atmosférica, dados de TSM OI.v2 (*Optimum Interpolation Sea Surface Temperature Analysis*) pertencentes à NOAA para elaboração dos mapas de anomalia de TSM, e dados precipitação estimada pela técnica CAMS_OPI (sigla inglesa para *Climate Anomaly Monitoring System - OLR Precipitation Index*, sendo OLR, a sigla para *outgoing longwave radiation* ou radiação de onda longa emergente - ROLE) proveniente do NCEP/NOAA. Com relação à resolução dos dados, a base da Reanálise do NCEP e de precipitação do CAMS_OPI são definidos numa grade regular de 2,5° em latitude e longitude, e os dados de TSM OI.v2 apresentam distribuição em uma grade regular de 1,0° em latitude e longitude.

Para subsidiar a discussão deste trabalho, foram utilizados mapas médios mensais e trimestrais das análises da circulação atmosférica global e das condições oceânicas, além de uma análise regional da ZCIT. O método utilizado para o monitoramento deste sistema meteorológico consiste na estimativa observacional de sua posição média pentadal, cuja determinação é baseada na localização de valores mínimos de ROLE ao longo do ATL, uma vez que este parâmetro fornece indicativos da distribuição espacial da banda de convecção associada à ZCIT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2012, o período chuvoso climatológico do NEB foi caracterizado por um regime de precipitação deficiente, que afetou de forma ampla as reservas hídricas da região, causando grandes transtornos à população e prejuízos à agricultura e pecuária. A análise de anos anteriores recentes para o mesmo período do ano também mostrou irregularidades no regime de precipitação do NEB, com alternância de padrões anômalos, conforme apresentado nos mapas trimestrais de anomalia de precipitação da Figura 1 para o trimestre MAM, onde cada painel corresponde aos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012 (a, b, c, d, respectivamente). Observaram-se intensas anomalias positivas de precipitações numa área abrangente do NEB em 2009 e também em 2011, porém com distribuição espacial irregular e menos intensa. Em contrapartida, a exemplo de 2012, o trimestre MAM de 2010 também foi marcado por anomalias negativas de precipitação, porém ocorreram em grande parte da região, em especial nos setores norte e leste do NEB. Neste trabalho denominamos os casos de MAM de 2009 e MAM de 2011 como “anos chuvosos”, e os casos de MAM de 2010 e MAM de 2012 como “anos secos”. Os padrões oceânicos e atmosféricos de grande escala dominantes nos períodos analisados podem ser observados na Figura 2, que mostra as anomalias médias trimestrais de TSM e de vento no nível de 850 hPa, e na Figura 3, onde são apresentadas anomalias médias trimestrais de ROLE e de vento em 200 hPa, ambos para os quatro últimos anos. A Figura 4 mostra recortes espaciais do ATL, NEB e parte da África com a composição da anomalia de TSM média mensal e a posição média pentadal da ZCIT para cada mês do trimestre em foco, também para os quatro últimos anos. No caso do ano chuvoso de 2009, predominaram condições de neutralidade dos fenômenos ENOS em função da ausência de desvios de TSM no PAC, embora tenham sido identificados alguns sinais característicos de condições de La Niña em dissipação nos campos de circulação atmosférica. No ATL configurou-se um padrão de dipolo de TSM, o que favoreceu o posicionamento da ZCIT ao sul da climatologia, sugerindo que este foi o fator preponderante no regime de chuva observado. Além disso, na escala sinótica, notou-se a formação de uma circulação ciclônica anômala em 850 hPa que caracterizou um cavado direcionado para o leste do NEB, e difluência no escoamento dos ventos em 200 hPa, padrões estes que podem ter favorecido a propagação de DOL que intensificam a banda convectiva associada à ZCIT. Para o caso de 2011, foram identificados padrões de circulação atmosférica semelhantes ao observados em 2009 sobre o NEB. Embora não tenha havido a formação de dipolo de TSM, o ATL se apresentou levemente mais aquecido que a normalidade, favorecendo o posicionamento da ZCIT ao sul da climatologia durante alguns períodos do trimestre. Além disso, um episódio clássico de La Niña no PAC permaneceu configurado em MAM de 2011. Dessa forma, pode-se sugerir que as condições oceânicas e atmosféricas de ambos os oceanos contribuíram para o regime chuvoso observado. Em contrapartida, o ano seco de 2010 foi caracterizado pela atuação de um episódio de El Niño configurado no PAC que pode ter contribuído para o estabelecimento de uma circulação anticiclônica anômala em baixos e altos níveis da atmosfera, inibindo a formação de nebulosidade convectiva sobre o NEB. Neste

mesmo ano, o amplo aquecimento das águas no ATL não foi suficiente para manter a ZCIT mais próxima à posição climatológica, e prevaleceram os padrões de grande escala gerados pelo El Niño. No ano seco de 2012, a condição foi inversa a de 2010, uma vez que no trimestre MAM predominava a condição de neutralidade do fenômeno ENOS no PAC, ainda que alguns sinais de condições de La Niña em dissipação foram identificados na circulação de grande escala. Nas águas superficiais do ATL persistiu um padrão desfavorável à formação e propagação de DOL, resultando num posicionamento da ZCIT mais ao norte da posição climatológica e, portanto, desfavorecendo um regime regular de chuva no NEB. Na circulação da atmosfera, essa configuração contribuiu em baixos níveis para o surgimento de uma circulação anticiclônica anômala pronunciada sobre o continente e em altos níveis, para o surgimento de uma circulação ciclônica anômala, levando ao favorecimento de movimentos descendentes na coluna atmosférica, que por sua vez, inibiu a formação de convecção.

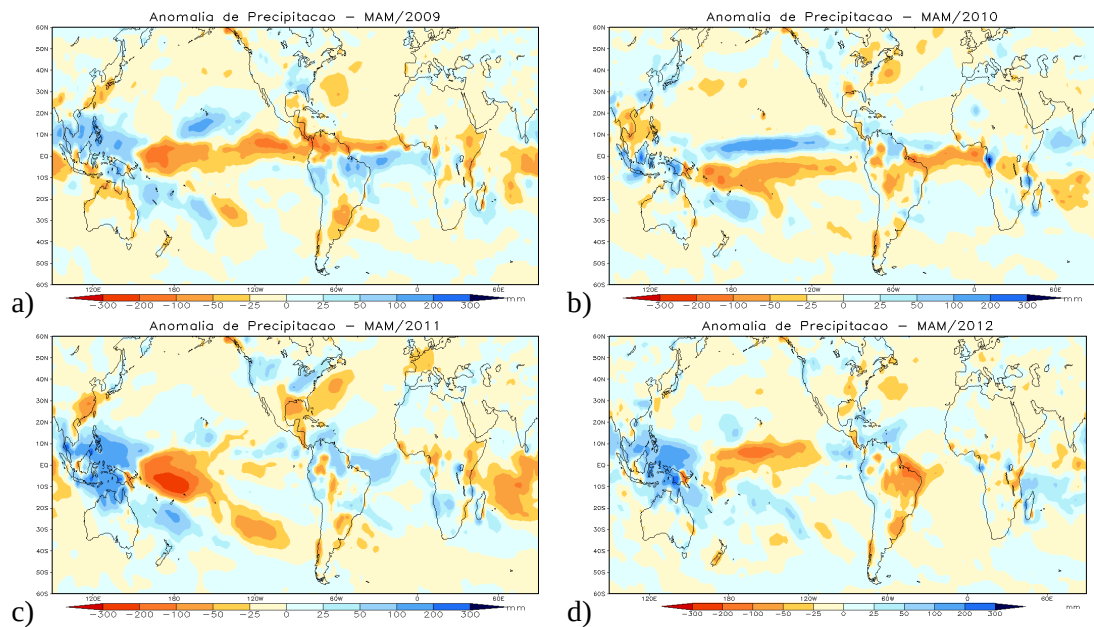


Figura 1 – Anomalia de precipitação para o trimestre MAM de 2009 (a), 2010 (b), 2011 (c) e 2012 (d).

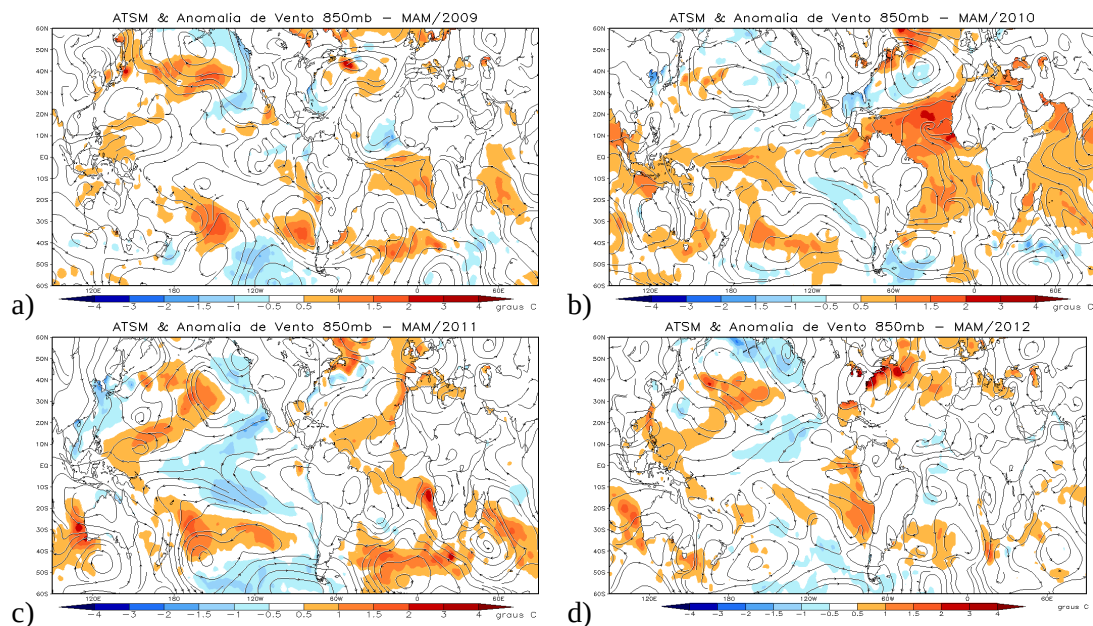


Figura 2 – Anomalia de TSM e anomalia de vento no nível de 850 hPa para o trimestre MAM de 2009 (a), 2010 (b), 2011 (c) e 2012 (d).

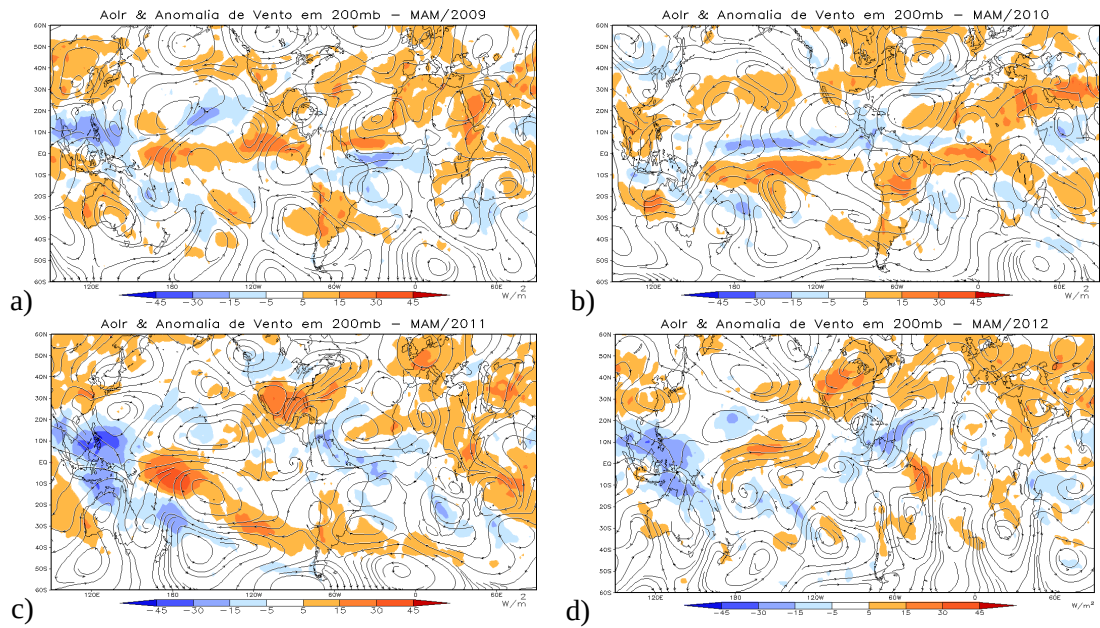


Figura 3 – Anomalia de ROL e anomalia de vento no nível de 200 hPa para o trimestre MAM de 2009 (a), 2010 (b), 2011 (c) e 2012 (d).

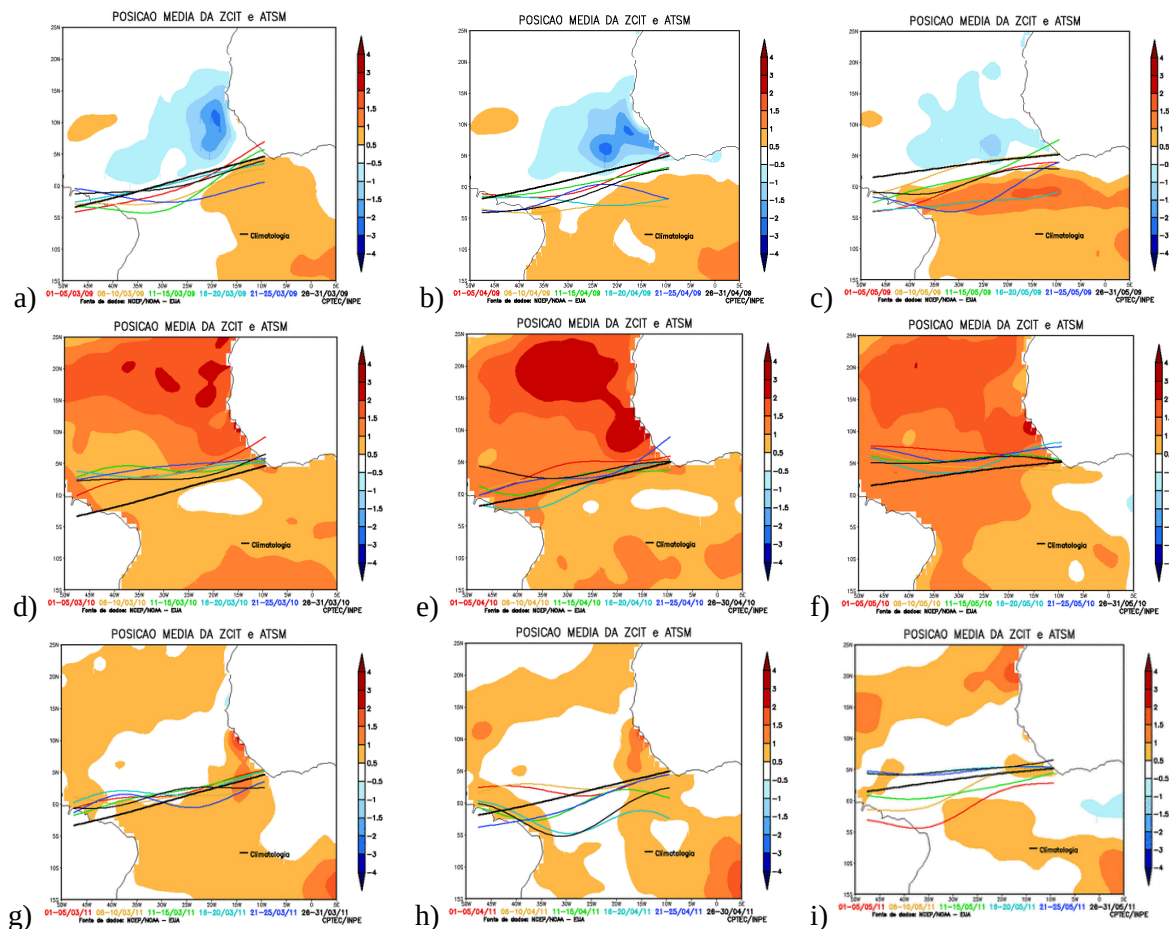


Figura 4 – Posição média pentadal da ZCIT e anomalia de TSM para os meses de março, abril e maio de 2009 (a, b, c), 2010 (d, e, f), 2011 (g, h, i) e 2012 (j, k, l). A linha preta mais destacada indica a posição média climatológica da ZCIT no mês correspondente. (continua).

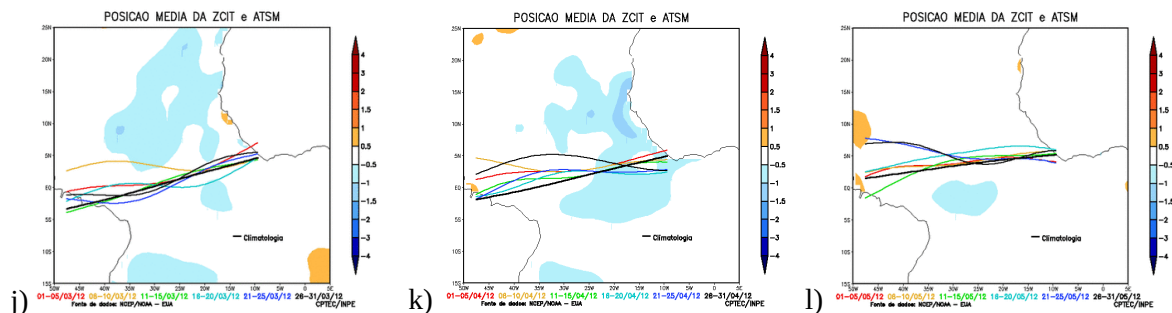


Figura 4 – (conclusão).

4. CONCLUSÕES

Nos casos abordados neste estudo e ocorridos nos últimos quatro anos, pode-se evidenciar a importância da variabilidade do fenômeno ENOS e dos padrões oceânicos e atmosféricos do ATL para o regime de precipitação do NEB. As análises sugerem que as condições do ATL foram determinantes em três dos casos discutidos (anos chuvosos de 2009 e 2011, e no ano seco de 2012). Notaram-se indicativos de que a influência dos padrões do PAC sobre o regime de precipitação do NEB torna-se mais evidente quando ocorre uma configuração clássica da fase quente ou da fase fria do ENOS, tal como ocorrido no ano seco de 2010 e no ano chuvoso de 2011 (respectivamente, anos de El Niño e La Niña).

5. AGRADECIMENTOS

Caio Augusto dos Santos Coelho agradece auxílio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo 306664/2010-0.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAN, C. S. Análise de distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial Sul. 134 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1990. (INPE-5222-TDL/437).
- ESPINOZA, E. S. Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico Tropical. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996. (INPE-6347 - TDI/598)
- KOUSKY, V. E. Atmospheric circulation changes associated with rainfall anomalies over Tropical Brazil. *Monthly Weather Review*, 113, n. 11, p. 120-128, 1985.
- MOTA, G. V. Estudo observacional de distúrbios ondulatórios de leste no Nordeste brasileiro. 92 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- NOBRE, C. A.; MOLION, L. C. B. Edição Comemorativa de 10 anos. *Climanálise Especial*, 1986.
- ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M.S. Precipitation patterns associated with high index phase of Southern Oscillation. *J Climate* 2: 268-284, 1989.
- SARACHIK, E. S.; CANE, M. A. The El Niño-Southern Oscillation Phenomenon. Cambridge University Press, 2010.
- UVO, C. R. B. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da Região Norte do Nordeste Brasileiro. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil, 81f, 1989. (INPE-4887-TDL/378).
- YAMAZAKI, Y.; RAO, V. B. Tropical cloudiness over South Atlantic Ocean. *Journal of Meteorological Society of Japan*, v. 55, n. 2, p. 204-207, 1977.