

## O 1º REGISTRO DE NUVENS NOCTILUCENTES NA ESTAÇÃO ANTÁRTICA BRASILEIRA COM. FERRAZ, 10/FEVEREIRO/2008

A. G. P. Dechiche<sup>1</sup>, A. Setzer<sup>2</sup>, H.R. Passos<sup>2</sup>, M. Romão<sup>2</sup> e F.N.J. Villela<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Depto. Ciências Atmosféricas, IAG/USP; dechiche@usp.br

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE/CPTEC; asetzer@cptec.inpe.br

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Meteorologia, INMET.

1. INTRODUÇÃO. As nuvens noctilucentes (NNLs, ou NNCs em inglês) se destacam na direção poente do céu noturno no verão das altas latitudes pelo seu brilho quase fosforescente e cores variadas ao refletirem a luz do sol que está sob o horizonte, e pela sua aparência peculiarmente ondulada. Elas são as nuvens mais altas e frias existentes, e só foram aceitas como tais ao serem avistadas em muitos países europeus no verão de 1895. No presente, suspeita-se que sua ocorrência seja mais freqüente devido a possíveis mudanças climáticas no Planeta, e existem páginas internet documentando vários casos. A ocorrência das NNLs indica condições muito particulares na alta-mesosfera. Elas são formadas por tênues camadas de cristais de gelo em altitudes entre 80 km e 85 km, onde a pressão é da ordem de  $10^{-4}$  hPa, e a concentração de vapor de água  $2 \pm 1$  ppmv. Para saturar o ar nessas condições, na presença de aerossóis crioscópicos, as temperaturas devem ser menores que  $140 \pm 1$  K. A temperatura na mesosfera só se reduz para estes valores no verão, na “quebra da mesosfera”, restringindo seu período de ocorrência.

Estudos indicam que a as NNLs ocorrem particularmente no cinturão entre  $50^\circ$  e  $65^\circ$  de latitude, e concentram-se em um período de 90 dias centrado no solstício de verão, tendo seu máximo uma semana após esta data. Embora raras, NNLs fora de sua temporada já foram relatadas, como em 29/abril/1999 no Pólo Sul; e, em ao menos uma ocasião, elas ocorreram em latitudes menores, p.ex.  $38^\circ\text{N}$ , em 22-23/junho/1999 nos EUA.

A explicação da formação dessas nuvens é ainda controversa e elas são relacionadas às nuvens mesosféricas polares (NMPs). As NNLs seriam “icebergs” que se destacam das NMPs devido a ondas de gravidade causadas pelo trânsito de sistemas meteorológicos à superfície, sendo transportadas para latitudes mais baixas, o que também explicaria sua forma ondulada. A fonte de umidade nos níveis de formação das NNLs seria a fotodissociação da molécula de metano ( $\text{CH}_4$ ), que ao contrário da molécula de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) não é sujeita à saturação nas baixas temperaturas da tropopausa, podendo atingir níveis mais altos. A quebra do metano e sua recombinação com o oxigênio ( $\text{O}_2$ ) em altos níveis forma gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água.

2. OBJETIVOS. O objetivo deste trabalho é apresentar a evidência documentada da primeira observação de nuvens noctilucentes (NNLs) na Estação Antártica Com. Ferraz (EACF), e possivelmente também da região norte da Península Antártica. Para tanto, são incluídas de forma resumida as condições atmosféricas e astronômicas na ocasião, demonstrando que o fenômeno era uma NNL, e não outro típico de níveis atmosféricos mais altos, como a aurora polar. As fotografias do evento e detalhes das folhas de observações meteorológicas registradas na ocasião estão aqui omitidas por falta de espaço.

3. OBSERVAÇÃO. O fenômeno das NNLs observado na EACF ( $62^\circ 05' 07''\text{S}$ ,  $058^\circ 23' 33''\text{W}$ , 20m elev.) ocorreu na madrugada do dia 10/fevereiro/2008, portanto 50 dias após o solstício de verão austral e 5 dias além do período típico de sua ocorrência. O caso foi observado simultaneamente pelos três integrantes do Projeto de Meteorologia na Fase IV/Operantar XXVI (Heber R. Passos/INPE, Franco N.J. Villela/INMET e Antonio G.P. e Dechiche/IAG-USP), tendo sido fotografado com câmera digital, e registrado na planilha de observações da estação meteorológica de Ferraz (WMO 89252) entre 05h e 06h UTC. A madrugada tinha pouca nebulosidade (3/8 total, com 2/8 de nuvens muito baixas tipo estratos em algumas partes do horizonte), com visibilidade horizontal de ~20 km obscurecida pela falta de luz

solar. Havia formação de gelo sobre as superfícies metálicas devido ao resfriamento radiativo, com a temperatura do ar em  $\sim 2.5^{\circ}\text{C}$  negativos.

As fotografias foram tiradas com uma máquina digital Nikon Coolpix L10 na resolução 5 Mega píxeis, no modo “paisagem noturno” entre 05h:04m e 05h:22m UTC, e em sua maioria (ver exemplo, [http://www.cptec.inpe.br/prod\\_antartica/publicacoes/20080210\\_NNL\\_ref.pps](http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/publicacoes/20080210_NNL_ref.pps)) do teto do Módulo de Meteorologia. Registros tênues das NNLs em questão podem ser encontrados também nas imagens da web-cam3 de Ferraz, que registra a entrada da Baía do Almirantado a cada 15 minutos (<http://www.cptec.inpe.br/antartica>); é necessário um ajuste manual do balanço das cores nas imagens dos horários entre 5h26m e 6h26m UTC.

Considerando o período entre 04 e 06 UTC, o azimute da região mais brilhante das NNLs se deslocou de SSW ( $\sim 200^{\circ}$ , Estação Antártica Polonesa Arctowski) a SSE ( $\sim 160^{\circ}$ , entrada da Baía do Almirantado) em três horas, acompanhando a marcha do sol abaixo do horizonte. A maior altura estimada das NNLs a partir das fotografias foi de  $4\pm 1^{\circ}$ . O brilho na categoria de 5 pontos da WMO variou entre 2 e 3, claramente detectável e visível, porém pouco brilhante. Quanto ao formato, destacaram-se os arcos tipo IVb (grandes arcos entre  $3^{\circ}$  e  $5^{\circ}$ ). A posição do sol nas fotos da web-cam3 foi calculada com o programa Stellarium 0.9.1. Entre 04h e 06h UTM o azimute do Sol variou de  $181^{\circ}$  a  $152^{\circ}$ , e sua elevação, entre  $-13^{\circ}$  e  $-10^{\circ}$ , portanto abaixo do horizonte. Manuais de observação de NNLs indicam que a altura favorável do Sol nas suas observações é entre  $-16^{\circ}$  e  $-6^{\circ}$ . A madrugada de 11/fevereiro foi encoberta e não permitiu a observação de persistência das NNLs.

Entres as estações meteorológicas na região norte da Península Antártica, apenas Marambio ( $64^{\circ}14'S$ ,  $56^{\circ}43'W$ , elev. 198m, WMO 89055) apresentou registros visuais de nuvens no horário em questão, 06 UTC, porém indicando nuvens altas do tipo cirrstratus cobrindo 4/8 do céu. A  $\sim 250$  km ao sul da EACF, e na direção das NNLs avistadas, Marambio estava em posição adequada para observar as mesmas NNLs; interpretamos sua classificação como engano do meteorologista, que provavelmente não se deu conta de estar a frente de um evento muito raro, e confundiu NNLs com cirrus. Adicionalmente, é importante ressaltar que a estação australiana Casey ( $66^{\circ}16'S$ ,  $110^{\circ}31'E$ ), distante 6.200km da EACF, reportou NNLs dia 15/fevereiro/2008. Dados obtidos com o sensor SCIAMACHY (**SC**anning **I**maging **A**bsorption **S**pectro**M**eter for **A**tmospheric **CH**artography) do satélite ENVISAT indicam persistência das nuvens NNLs ao sul de Ferraz, no norte da Península Antártica, entre os dias 9 e 11 de fevereiro; conferir o registro de 10/fevereiro em [http://www.cptec.inpe.br/prod\\_antartica/publicacoes/20080210\\_NLC.gif](http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/publicacoes/20080210_NLC.gif)

4. DISCUSSÃO. A ocorrência de NNLs fora de seu período preferencial foi relatada no hemisfério norte. No hemisfério sul há um evento confirmado no pólo sul, quatro meses após o solstício de verão, em 29/abril/1992, quando a mesopausa apresentou um desvio de  $-70$  K da temperatura climatológica. As nuvens vistas em Ferraz foram observadas pelo Envisat e cinco dias depois relatadas em Casey. As características apresentadas quanto a brilho e formato são típicas de NNLs, coincidindo com dezenas de fotografias que documentam outros casos em várias partes do Planeta (<http://www.nlcnet.co.uk>); ainda, o deslocamento da região brilhante conforme o movimento do Sol permaneceu durante o fenômeno em altura propícia à observação de NNLs.

5. CONCLUSÕES. A evidência fotográfica associada aos padrões de brilho e forma reconhecidos e catalogados pela Organização Meteorológica Mundial, e o posicionamento favorável do Sol sob o horizonte durante a duração do fenômeno, indicam com grande certeza que as nuvens observadas na EACF na madrugada de 10/fev/2008 foram do tipo noctilucentes, NNLs. A detecção do fenômeno por satélite na mesma data e local da observação, e sua ocorrência na estação antártica australiana Casey, cinco dias após o evento na EACF, reforçam a existência de condições atmosféricas favoráveis à formação de NNLs. Sua ocorrência poucos dias fora de sua temporada climatológica formal é relatada na literatura, inclusive no hemisfério Sul. Esta foi a primeira observação documentada de NNLs na EACF, e provavelmente também na Península Antártica, abrindo a perspectiva de seu estudo regular, com eventuais implicações no tema de variações climáticas.

6. Agradecimentos: PROANTAR/CNPq-MCT, IAG/USP, INMET, INPE/CPTEC e SECIRM.