

## APLICAÇÃO DE ÍNDICE DE SEVERIDADE PARA UM CASO DE TEMPO SEVERO EM GUARULHOS-SP

Antônio P. QUEIROZ<sup>1</sup>, Cláudio M. RODRIGUES<sup>2</sup>, Paulo R. B. CARVALHO<sup>3</sup>, Valdeci D. J. FRANÇA<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Centro Nacional de Meteorologia da Aeronáutica – Primeiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Tráfego Aéreo, Brasília - DF, Brasil. <sup>2</sup>Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea – Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. <sup>1</sup>[queirozapq@cindacta1.aer.mil.br](mailto:queirozapq@cindacta1.aer.mil.br)

**RESUMO:** Este estudo de caso teve como objetivo avaliar a aplicabilidade de um Índice de Severidade na detecção de estruturas precipitantes com potencial para gerar tempo severo (tempo severo foi definido como qualquer evento meteorológico que causou algum tipo de dano à superfície como granizo, ventos de rajada, enchentes ou alagamentos) durante os eventos meteorológicos ocorridos em Guarulhos-SP e região no dia 21 de setembro de 2010. Para tanto foram usadas ferramentas de sensoriamento remoto, tais como imagens do radar Doppler banda S, localizado em São Roque-SP, imagens de satélite do canal infravermelho realçadas e dados de informação METAR da Estação de Superfície de SBGR. Pela análise, observou-se que o Índice de Severidade conseguiu detectar com eficiência as regiões onde ocorreram fenômenos de tempo severo.

**ABSTRACT:** This case study aims to evaluate the applicability of the Severity Index for the detection of precipitating structures with potential to generate severe weather (Severe weather was defined as any weather event that caused any harm to the surface as hail, wind storm, flood or flooding) during weather events occurring in Guarulhos / SP and the region on September 21, 2010. Stop both were used remote sensing tools, such as images of S-band Doppler radar, located in São Roque / SP, satellite images of the infrared channel and enhanced data METAR of surface station SBGR. For the analysis, it was observed that the Severity Index was able to efficiently detect the regions where severe weather phenomena occurred.

### 1. INTRODUÇÃO

O Centro Meteorológico de Vigilância de Brasília utiliza dados de três radares meteorológicos localizados em Gama-DF, São Roque-SP e Pico do Couto – RJ para monitorar o tempo em sua área de responsabilidade. A cada 15 minutos são disponibilizados produtos de radar, que auxiliam o previsor na identificação das estruturas convectivas mais intensas que possam causar algum impacto na aviação, como o desvio de rota das aeronaves ou fechamento de aeroportos. Tempestades de granizo podem danificar as estruturas dos aviões, como o radome e para-brisa, e causar transtorno à aviação quando acontecem na rota ou nas proximidades de aeroportos de grande movimento. Atualmente está em operação no Departamento de Satélite Ambientais (DSA) um Índice de instabilidade (QUEIROZ

et al., 2010) que permite identificar pixels de tempo severo em uma imagem de radar meteorológico. Assim, este estudo de caso tem como objetivo avaliar a aplicabilidade do Índice de Severidade na detecção de estruturas precipitantes com potencial para gerar tempo severo (tempo severo foi definido como qualquer evento meteorológico que causou algum tipo de dano à superfície como granizo, ventos de rajada, enchentes ou alagamentos) durante os eventos meteorológicos ocorridos em Guarulhos-SP e região no dia 21 de setembro de 2010.

## 2. METODOLOGIA

A previsão *nowcasting* compreende etapas como o início, evolução e deslocamento de tempestades. A maioria das técnicas desenvolvidas para a previsão *nowcasting* da atividade convectiva incorpora, de alguma forma, o rastreamento com a extrapolação do deslocamento das tempestades. Existem muitas técnicas de previsão imediata utilizando o radar meteorológico, uma delas, desenvolvida por QUEIROZ (2009) combina parâmetros tais como campos conteúdo de água líquida integrado na vertical (VIL), a densidade de VIL (DVIL), a máxima refletividade vertical (MAX REF), a altura da máxima refletividade (ALT MAX REF) e a diferença de altura entre o nível de 45 dBZ e o nível de congelamento (0°), denominada de altura de Waldvogel (ALT WALDVOGEL) (WALDVOGEL, 1979), obtendo um Índice de Severidade que identifica pixels em uma imagem do radar meteorológico com condições de produzir tempo severo. A metodologia consiste em obter a distribuição espacial das refletividades dos ecos dentro da área de 250 km de raio do radar meteorológico Doppler banda S de São Roque (23° 36' 07''S, 47° 05' 39''W, 1147,54 m) pertencente ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Através de processamento dos dados volumétricos foi obtida uma grade cartesiana de 2 km de resolução horizontal, com 15 níveis de altitude (CAPPIS) variando de 2 até 16 km (separados de 1 km). Dessa maneira é calculado o Índice de Severidade (adimensional) a partir da seguinte Equação:

$$\begin{aligned} \text{ÍNDICE} = & \frac{VIL(kg/m^2)}{5 \times 21} + \frac{DVIL(g/m^3)}{5 \times 1,4} + \frac{MAXREF(dBZ)}{5 \times 52} + \frac{ALTMAXREF(km)}{5 \times 3,6} + \\ & \frac{ALTWALDVOGEL(km)}{5 \times 4,2} \end{aligned}$$

A fim de visualizar a localização das estruturas precipitantes, os dados de refletividade foram processados no programa IDL (*Interactive Data Language*) e GRADS (*Grid Analysis and Display System*). Assim, foram plotadas as imagens com valores de VIL superiores a 1,5 kg.m<sup>-2</sup> e os pixels com Índice de Severidade maior que 1,2. Com a finalidade de servir de suporte para as análises, foram usados os dados de METAR da Estação Meteorológica de Superfície de SBGR. Esses dados foram obtidos em <http://www.redemet.aer.mil.br>. Imagens geradas pelo satélite GOES-12 (com realce de temperaturas) foram utilizadas para se verificar a intensidade do sistema a partir da temperatura de topo das nuvens. A identificação do grau de atividade convectiva associada ao sistema seguiu o

critério proposto por MACHADO et. al (1993), sendo utilizado uma temperatura do topo de nuvem (TC) menor ou igual a  $-50^{\circ}\text{C}$  para identificar convecção intensa. A avaliação da aplicabilidade do Índice de Severidade foi realizada através de comparação visual entre as imagens de satélite, de radar e do Índice de Severidade, e também com os dados de vento e tempo presente das informações METAR da localidade de SBGR (Aeroporto de Guarulhos).

### 3. RESULTADOS

O Índice de Severidade foi aplicado às 19:30 GMT do dia 21 de setembro de 2010 (Fig. 1 - esquerda), onde observa-se sobre a região de Guarulhos e capital paulistana uma região de pixels severos (em vermelho), destacada pelo círculo e valores de VIL maior que  $1,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  (em azul) para destacar as áreas de precipitação. O campo de refletividade da imagem MAXCAPPI das 19:30 GMT do radar meteorológico de São Roque-SP (Fig. 1 - direita), usado como mais uma base de comparação para fundamentar o resultado obtido para o Índice de Severidade desse horário, apontou que sobre a região em destaque (parte da capital paulistana e sobre Guarulhos) a refletividade das estruturas precipitantes estava em torno de 55 a 60dBZ. Essa refletividade alta é típica de nuvens convectivas de grande desenvolvimento vertical, ou seja, nuvens cumulonimbus, que segundo VIANELLO E ALVES (2006) tem como principal característica produzir tempestades severas locais de grande intensidade acompanhadas em geral de trovões, granizos e descargas elétricas. Essa indicação quando comparada a informação contida no SPECI das 19:32 GMT e METAR das 19:42 GMT de SBGR na Tabela 1, que registravam a ocorrência de precipitação de granizo, reforçou a expectativa de que o Índice de Severidade se comporta de modo satisfatório no monitoramento de tempestades severas.

Tabela 1 – Mensagens METAR e SPECI do Aeroporto de Guarulhos.

---

SPECI SBGR 211932Z 21008KT 4000 -TSGSRA SCT040CB BKN050 22/17 Q1016=  
 METAR SBGR 211942Z 27007KT 3000 TSGSRA BKN015 FEW040CB BKN050 19/17 Q1016=

---

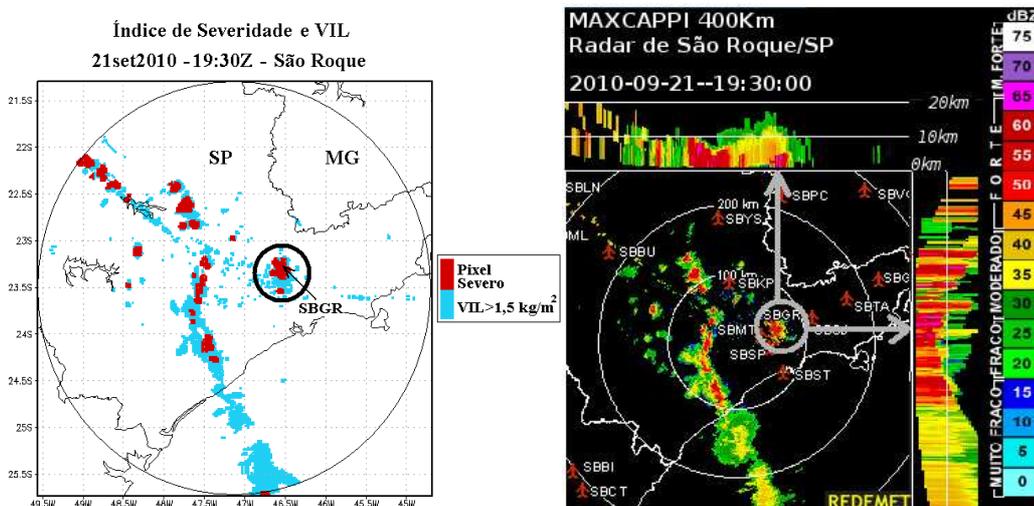


Figura 1 - Campo de Índice de Severidade e VIL e imagem MAXCAPPI do radar de São Roque/SP das 19:30 GMT do dia 21/09/2010.

Pode-se destacar na imagem MAXCAPPI das 19:30 GMT do radar meteorológico de São Roque-SP (Figura 1 - esquerda) que havia refletividades maiores que 45dBZ bem acima do nível de congelamento (em torno de 4.500m de altitude), o que é mais um indicativo da alta probabilidade de ocorrência de granizo, pois segundo WALDVOGEL et. al (1979), quando as refletividades de 45 dBZ são observadas a 1,4 km ou mais acima do nível de congelamento, existe uma grande probabilidade da ocorrência do fenômeno.

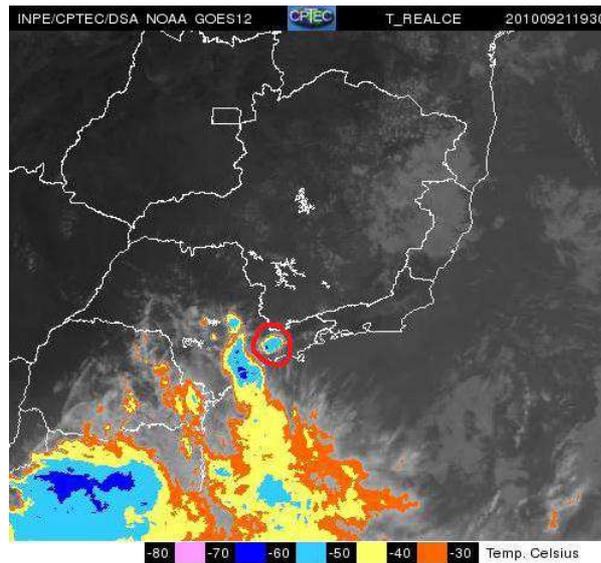


Figura 2 – Imagem do canal infravermelho realçada.

A imagem de satélite realçada do canal infravermelho das 19:30 GMT (Fig. 2), usada como mais uma ferramenta de verificação do Índice de Severidade, apontava que havia um aglomerado de nuvens com topos frios em torno de  $-50^{\circ}\text{C}$  sobre a região em estudo. Essa temperatura serve como um bom indicativo da presença de nebulosidade com topo alto, ou seja, nuvens cumulonimbus e, como dito acima, a ela estão associados fenômenos meteorológicos tais como o granizo. A concordância entre essas diferentes formas de se monitorar esse evento de tempo severo é mais um bom resultado da aplicação do Índice de Severidade.

#### 4. CONCLUSÕES

Verificou-se que o Índice de Severidade apresenta bons resultados na detecção e monitoramento de estruturas precipitantes com potencial para provocar tempo severo. Além disso, foi possível verificar que, as informações das imagens do radar e do satélite meteorológicos podem servir como base para o estudo da aplicabilidade do Índice de Severidade, principalmente, em regiões onde não haja registro das informações meteorológicas. Este Índice de Severidade pode servir como mais uma ferramenta de apoio aos previsores meteorologistas no monitoramento de estruturas convectivas que podem causar tempo severo.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**MACHADO, L A. T., LAURENT, H.,2004. The convective system area expansion over Amazonia and its relationships with convective system life duration and high-level wind divergence. Monthly Weather Review, v. 132, p. 714-725.**

**QUEIROZ, A. P.; CARVALHO, P. R. B.; FRANÇA, V. D. J., 2010. Aplicação de Índice de Severidade em dados do radar meteorológico do Pico do Couto-RJ, Anais CBMET-2010.**

**QUEIROZ, A. P., 2009. Monitoramento e previsão imediata de tempestades severas usando dados de radar. Tese de Mestrado em Meteorologia. INPE, Cachoeira Paulista-SP, 2009.**

**VIANELLO, R. L., 2001. Meteorologia Prática e Aplicações. Viçosa. 2001, p.333-340.**