

PROTEÇÃO DE INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS: desafios da previsão meteorológica como ferramenta de apoio aos Serviços de Inteligência

Amaury Caruzzo*

Marcelo Zawadzki**

Mischel Carmen Neyra Belderrain***

Resumo

A Proteção de Infraestruturas Críticas (PIC) é estratégica e fundamental para o funcionamento do País. Entretanto, no processo de tomada de decisão para a proteção destas infraestruturas, múltiplos riscos, impactos e fatores devem ser considerados, entre eles a ocorrência de Eventos Meteorológicos Extremos (EME). Neste contexto, este artigo tem como objetivo debater as oportunidades e os desafios vislumbrados para a meteorologia nacional como ferramenta de apoio aos Serviços de Inteligência na Proteção de Infraestruturas Críticas. Apresenta-se a potencial aplicação dos conceitos da Pesquisa Operacional em sinergia com as modernas técnicas de previsão de tempo. Esta integração é possível através dos métodos de estruturação de problema, de apoio multicritério à decisão e pelo desenvolvimento um Sistema meteorológico de Suporte à Decisão com uma abordagem sistêmica. Apesar da consolidação das diversas organizações de inteligência e de meteorologia no País e dos esforços do Governo Federal através do Sistema PROTEGER, a completa integração da previsão de tempo como ferramenta de apoio à decisão na Proteção de Infraestrutura Críticas ainda é um desafio a ser vencido pelo Brasil.

Introdução

As condições meteorológicas e climáticas sempre influenciaram de forma intensa todas as atividades humanas. Desde os primórdios da civilização

até o momento, o homem tenta adequar as suas atividades às condições atmosféricas. Entretanto, apesar do desenvolvimento da meteorologia moderna, a

* Meteorologista, Oficial da Reserva da Marinha do Brasil (RM2) e Doutorando pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). E-mail: acaruzzo@ita.br

** Major Aviador da Força Aérea Brasileira (FAB), pesquisador do Instituto de Estudos Avançados (IEAv) e Doutorando pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

*** Professora Associada no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e coordenadora do Grupo de Estudos de Análise de Decisão (GEAD)

tomada de decisão baseada na previsão de tempo ou no prognóstico climático não é um processo simples e requer uma ferramenta racional e objetiva para ser operacionalizada.

Um grande desafio pode ser enfrentado quando Eventos Meteorológicos Extremos (EME) (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2011; 2013) colocam em risco Infraestruturas Críticas (BRASIL, 2008; NOGUEIRA, 2012). Neste caso, o processo decisório de proteção destas infraestruturas se torna extremamente complexo para meteorologistas e demais atores, pois abrange, entre outros fatores, a necessidade de se analisar todos os impactos das variáveis atmosféricas sobre a infraestrutura.

Como destacado por Nogueira (2012), a Proteção de Infraestruturas Críticas (PIC) possui aspectos estratégicos e de grande relevância para o funcionamento do País. Vale ressaltar que os impactos de um desastre natural meteorológico nestas infraestruturas podem ser tão significativos quanto os impactos de um ato terrorista ou de um acidente tecnológico. Também por esta razão, muitos autores do assunto avaliam os planos relacionados à PIC de forma integrada e sistêmica, abrangendo simultaneamente todos estes escopos (MCGILL; AYYUB; KAMINSKIY, 2007). É exatamente neste contexto que a integração dos Serviços de Inteligência e Meteorológicos nacionais ganha importância e torna-se fundamental.

Portanto, o objetivo deste artigo é fazer um debate sobre as oportunidades e os desafios da meteorologia como uma fer-

ramenta de apoio aos Serviços de Inteligência na Proteção de Infraestruturas Críticas no Brasil, antes, durante e após a ocorrência de EMes.

Fundamentação

Proteção de Infraestruturas Críticas

No contexto brasileiro, o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSIPR) estabelece que infraestruturas críticas são: *“as instalações, serviços e bens que, se forem interrompidos ou destruídos, provocarão sério impacto social, econômico, político, internacional ou à segurança nacional.”* (BRASIL, 2008). No caso da PIC, diversos riscos devem ser considerados, entre eles, riscos causados intencionalmente, como ameaças terroristas (WENDT, 2011; ZAWADZKI et al., 2014), acidentes tecnológicos (HAMALAINEN; LINDSTEDT; SINKKO, 2000) ou desastres naturais (GUIKEMA, 2009).

[...] não cabe ao Serviço de Inteligência de Estado propor alternativas para se evitar os impactos de um evento extremo, mas sim, agregar o conhecimento para apoiar o processo decisório do Governo.

Além disso, desde 2008, o Governo Brasileiro vem concentrando esforços para desenvolver mecanismos de PIC. Inicialmente, estabeleceu Grupos Técnicos de Segurança de Infraestruturas Críticas (BRASIL, 2008). Posteriormente,

em 2012, por meio do Exército Brasileiro, criou o Sistema Integrado de Proteção de Estruturas Estratégicas Terrestres (Sistema PROTEGER) com um orçamento previsto de R\$ 10 bilhões para serem aplicados em 12 anos (BRASIL, 2012; RECH, 2013).

Importante mencionar que esforços como estes não são isolados ou desconexos com a realidade mundial. Um paralelo com estas iniciativas pode ser feito ao se observar os acontecimentos em Londres em 2012, por ocasião dos Jogos Olímpicos. O tema PIC teve ampla repercussão naquele momento e grandes esforços foram realizados pelo governo local para avaliar e analisar os impactos de qualquer risco potencial que pudesse ameaçar as infraestruturas críticas (REINO UNIDO, 2012).

Serviços de Inteligência e desastres naturais

Segundo Guedes (2006): *“a informação de Inteligência tem por objetivo preencher lacunas de conhecimento a fim de permitir melhores condições para uma tomada de decisão”*. Portanto, em relação a EME, o trabalho da Inteligência está em antecipar situações que podem ocasionar efeitos significativos de natureza política, social ou econômica.

Na visão mais operacional, os Serviços de Inteligência devem assessorar a alta administração do Governo Federal para antecipar a tomada de decisão (COUTO; SOARES, 2009; RORATTO, 2012). Eventos de desastres naturais meteorológicos

são recorrentes no Brasil e no mundo, mas a intensidade do impacto provocado por estes eventos é inversamente proporcional à preparação do País ou das autoridades públicas locais (CARUZZO; MANSO; BELDERRAIN, 2013). Portanto, consideramos que as atividades de Inteligência estão diretamente relacionadas a esta preparação e, conseqüentemente, à resposta a estes eventos extremos. Além disso, em alguns casos no Brasil, estes eventos se tornam um desastre de grande impacto social e político, pois, muitas vezes, a informação meteorológica não segue um fluxo contínuo dentro da hierarquia governamental.

Situações nas quais infraestruturas críticas possam estar em risco devido a um EME, podem ser caracterizadas como complexas. Nesses casos, exigem-se abordagens mais elaboradas para analisar as decisões que devem ser tomadas para a respectiva proteção.

Ainda segundo Roratto (2012), não cabe ao Serviço de Inteligência de Estado propor alternativas para se evitar os impactos de um evento extremo, mas sim, agregar o conhecimento para apoiar o processo decisório do Governo. Em outras palavras, cabe-lhe organizar a previsão de tempo de forma adequada, para contribuir na antecipação das ações e no processo de tomada de decisão como um todo. Vale destacar que, até o momento, esta integração sistêmica,

contínua e permanente para a PIC em relação a EME não esta plenamente desenvolvida no Brasil.

Análise de decisões complexas em meteorologia

Decisões complexas são únicas, pois mesmo que uma determinada situação seja semelhante a outra já enfrentada, os processos de tomada de decisão serão distintos entre si (GOMES; GOMES, 2012). Adicionalmente, segundo Keeney e Raiffa (1993) e Roy (1993), os modelos de apoio à decisão que envolvem complexidade, devem necessariamente estar embasados por métodos ou metodologias respaldadas pela comunidade científica. Isto porque, de acordo com os referidos autores, boas decisões são construídas a partir de modelos que apresentem abordagem técnica consistente.

Situações nas quais infraestruturas críticas possam estar em risco devido a um EME, podem ser caracterizadas como complexas. Nesses casos, exigem-se abordagens mais elaboradas para analisar as decisões que devem ser tomadas para a respectiva proteção. Assim, a complexidade decorre de um contexto onde estão envolvidos diversos atores e múltiplos objetivos (muitas vezes, conflitantes em relação os interesses individuais), além dos níveis de incerteza da previsão meteorológica. Por outro lado, a previsão de tempo está cada vez mais presente em diversas situações cotidianas e não raro, de fundamental apoio em diversos processos decisórios (MOURA, 1996; WILKS, 2011).

Com esta motivação, a partir de meados do século XX, ocorreu um grande desenvolvimento em sistemas computacionais e de novas técnicas de observação e transmissão de dados nas ciências atmosféricas. Este desenvolvimento permitiu um salto de qualidade, através do monitoramento em tempo real das condições meteorológicas ao redor do mundo e da criação da previsão numérica de tempo, como será detalhado a seguir.

Previsão de tempo: o estado da arte

Atualmente, as previsões de tempo são realizadas pelos meteorologistas a partir da observação das condições atmosféricas e com o auxílio de modelos matemáticos. No caso específico da modelagem, são realizadas simulações dos parâmetros da atmosfera (através de equações e cálculos numéricos) e, como resultado, tem-se uma previsão das condições meteorológicas em um tempo futuro (WILKS, 2011). Geralmente, esta simulação é executada uma única vez, e a previsão é considerada como uma verdade, isto é, um parâmetro determinístico.

Entretanto, as previsões de tempo determinísticas, muitas vezes apresentam resultados incompatíveis com a realidade. Esta deficiência na previsão numérica de tempo é ocasionada devido ao comportamento caótico da atmosfera e das limitações enfrentadas na parametrização física da atmosfera pelo modelo numérico (LORENZ, 1965; TOTH; KALNAY, 1993).

Proteção de infraestruturas críticas:

desafios da previsão meteorológica como ferramenta de apoio aos Serviços de Inteligência

Com o objetivo de se reduzir os erros associados às condições iniciais da atmosfera ou às limitações da previsão numérica de tempo, uma técnica particular tem sido utilizada pelos meteorologistas. Esta técnica é denominada de previsão de tempo por conjunto (ou *Ensemble*). Segundo Toth e Kalnay (1993) e Silveira et alii (2011), a previsão por

conjunto tem a finalidade de reduzir a incerteza através da execução de diversas previsões, com pequenas modificações nas condições iniciais ou na parametrização dos modelos. Na Figura 1, pode ser observada uma representação dos conceitos da previsão de tempo determinística e por conjunto.

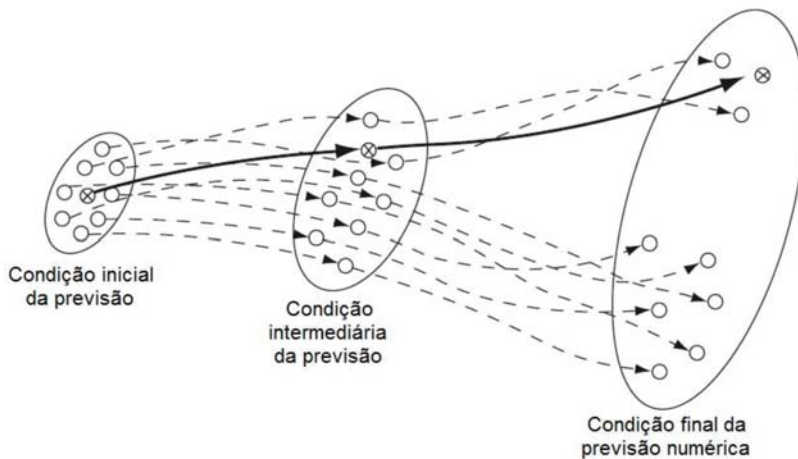


Figura 1 – Conceito de previsão de tempo determinística (linha única contínua) e previsão de tempo por conjunto (demais linhas tracejadas). [Fonte: Adaptação de Wilks (2011, p. 271)]

Portanto, a partir da previsão por conjunto, é possível estimar a probabilidade da previsão de tempo através da convergência das simulações. Na Figura 2,

é apresentado um exemplo deste tipo de previsão para trajetória de um furacão, associada a uma probabilidade de acerto.

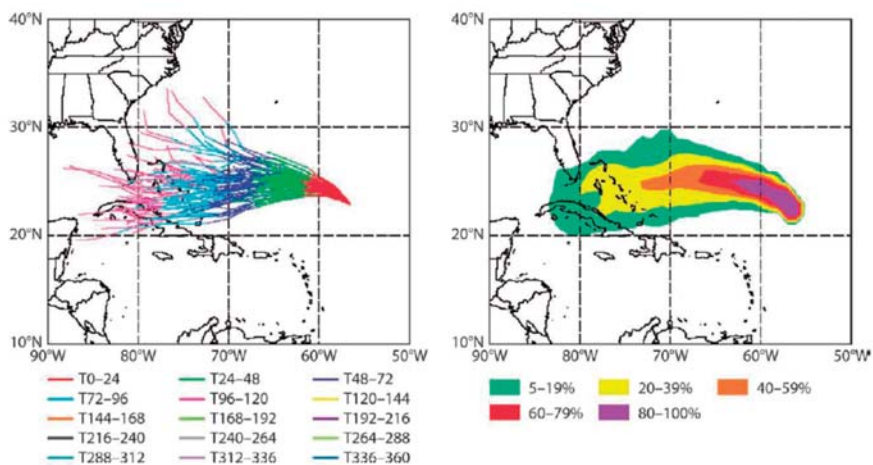


Figura 2 – Resultado da previsão por conjunto com a trajetória de furacão (esquerda) e a probabilidade de acerto (direita). [Fonte: Adaptação de Bougeault et al. (2010, p. 1071)].

[...] é importante destacar que, para o apoio aos Serviços de Inteligência na Proteção de Infraestruturas Críticas, devem ser utilizadas as instituições oficiais de meteorologia no Brasil [...]

Por outro lado, na previsão de tempo por conjunto, existe a necessidade de um parque computacional de alto desempenho, já que seria equivalente a fazer diversas simulações, para uma mesma grade ou localização (BOUGEAULT et al., 2010).

Confiabilidade dos serviços oficiais de previsão de tempo

Apesar do desenvolvimento da meteorologia, a confiança nos Serviços Oficiais de Previsão de Tempo é sempre questionada. Pielke-Jr (1999) e Schad et al.

(2012) destacam que a credibilidade dos serviços meteorológicos pode ser prejudicada devido à inadequabilidade dos produtos oferecidos aos usuários e à deficiência no repasse das informações. Ainda, como apresentado por Uchida (2012), a previsão de um EME, sem um gerenciamento correto da informação meteorológica para os usuários, pode provocar a chamada “síndrome do lobo” (*cry-wolf syndrome*), isto é, quando existe a previsão de um EME, mas que de fato não acontece.

Neste ponto, é importante destacar que, para o apoio aos Serviços de Inteligência na Proteção de Infraestruturas Críticas, devem ser utilizadas as instituições oficiais de meteorologia no Brasil (Tabela 1). Afinal, receber diversas previsões de tempo, muitas vezes conflitantes, pode não auxiliar em um processo unificado de decisão.

Tabela 1 – Instituições federais e oficiais de meteorologia no Brasil, com as respectivas áreas de competência e legislação pertinente.

Instituição Federal	Área de competência	Legislação pertinente
Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)	Meteorologia e climatologia	Lei nº 8.490, de 19/11/1992 (BRASIL, 1992) e Lei nº 10.683, de 28/05/2003 (BRASIL, 2003)
Marinha do Brasil – Centro de Hidrografia da Marinha – Serviço Meteorológico Marinho (CHM/SMM)	Meteorologia marítima	Decreto nº 70.200, de 24/02/1972 (BRASIL, 1972b) e Normas da autoridade marítima (BRASIL, 2011)
Força Aérea Brasileira – Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea)	Meteorologia aeronáutica	Decreto nº 70.092, de 02/02/1972 (BRASIL, 1972a) e Lei nº 7.565, de 19/12/1986 (BRASIL, 1986)

Materiais e Métodos

A meteorologia como ferramenta de apoio à decisão

Um modelo de decisão deve ser construído, isto é, deve ser organizado para englobar todas as informações relevantes ao processo decisório (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001). Portanto, para a integração da previsão

de tempo no apoio a PIC, é necessário o desenvolvimento de um Sistema de Suporte à Decisão (SSD) meteorológico específico, que considere todos os objetivos, preferências dos decisores e as probabilidades associadas à previsão de tempo. Na Figura 3, pode ser observado um quadro estruturado de modelo de decisão.

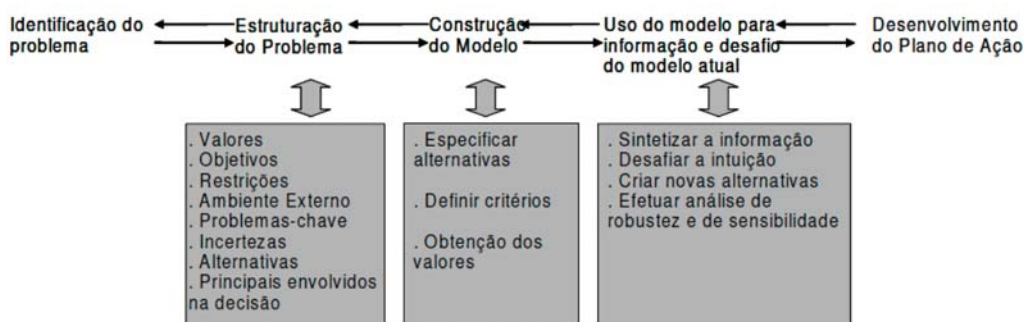


Figura 3 – Quadro para a construção de um modelo de decisão. [Fonte: Adaptação de Prado (2011)].

Portanto, para a construção deste SSD, é proposto que sejam aplicados conceitos e técnicas advindas da Pesquisa Operacional (PO), como sugerido a seguir.

Estruturando o problema: previsão de EME vs PIC

Como apresentado na Figura 3, antes de se tomar uma decisão, deve-se identificar e estruturar o problema. Assim será possível entender a situação problemática, avaliar os fatores e os impactos relacionados à decisão. Para isso, na PO, os Métodos de Estruturação de Problemas abordam o contexto decisório por meio de um enfoque sistêmico (MINGERS; ROSENHEAD, 2004). Em outras palavras, tais métodos consideram todos os aspectos envolvidos no processo, mas os resultados obtidos das suas aplicações

não são necessariamente soluções ótimas locais, mas sim uma solução global que atende da melhor forma os objetivos e os valores definidos pelos decisores.

Para a estruturação do problema, uma das aplicações mais difundidas da PO é o método de Análise e Desenvolvimento de Opções Estratégicas (Método SODA) (EDEN; ACKERMANN, 2001; GEORGIOU, 2010). Através de entrevistas com um grupo de atores ou decisores, são identificados os conceitos que traduzem os pontos de vista dos decisores e simultaneamente, a sua respectiva relação oposta (denominando concepção bipolar). Como exemplo, Caruzzo, Belderrain e Fisch (2014) aplicam o SODA na avaliação da informação meteorológica nas operações de lançamento de foguetes (Tabela 2).

Tabela 2 – Conceitos dos entrevistados com a respectiva relação oposta através da concepção bipolar. [Fonte: Adaptação de Caruzzo, Belderrain e Fisch (2014)]

Entrevistado	Conceito	Concepção bipolar (polo oposto)
decisor A	a informação meteorológica não é útil...	os dados estão corretos
decisor B	a informação meteorológica não é útil...	o formato é adequado

Nesta situação, a informação meteorológica é útil para o decisor A, quando os dados estiverem corretos. Já para o decisor B, a utilidade da informação meteorológica está associada com um formato adequado, específico para uma determinada aplicação. Logo, é possível identificar-se os diferentes pontos de vista dos decisores em relação a um mesmo conceito. Através da abordagem sistêmica, para este caso, a previsão de tempo deveria estar com dados corretos e num formato considerado satisfatório. Informações adicionais sobre o Método SODA, ver Eden e Ackermann (2001) e Georgiou (2010).

Suporte à decisão por multicritérios

Os SSD são amplamente utilizados em diversas situações de decisão. Entretanto, a completa integração da previsão de tempo com a tomada de decisão operacional é complexa, os impactos nem sempre são bem definidos e ainda existem fatores limitantes específicos para cada tipo de infraestrutura crítica (GUIKEMA, 2009; YUSTA; CORREA; LACAL-ARÁNTGUI, 2011). Também existem

outras condições que podem influenciar no processo decisório, por exemplo: o perfil do decisor em relação ao risco.

Para se desenvolver um SSD, existem diversas abordagens que podem ser aplicadas. Entre elas, estão os Métodos de Apoio Multicritérios à Decisão (FIGUEIRA; GRECO; EHRGOTT, 2005). Entre as abordagens multicritério que avaliam a decisão sob incerteza, a Teoria de Utilidade Multiatributo (MAUT) tem diversas aplicações na literatura científica (HAMALAINEN; LINDSTEDT; SINKKO, 2000). Ainda de acordo com Wallenius et al. (2008), dentro da visão racional dos modelos econômicos comportamentais, todo indivíduo é motivado por interesses específicos. Desta forma, o objetivo é ampliar o bem-estar ou, como é amplamente denominado, maximizar a utilidade (ou o ganho). Logo, a preferência de um determinado atributo (ou critério) pelo decisor pode ser convertida numa utilidade. Na Figura 4, é apresentado um gráfico conceitual em que a função utilidade é estabelecida através dos diferentes perfis de risco do decisor em relação à previsão da variável meteorológica.

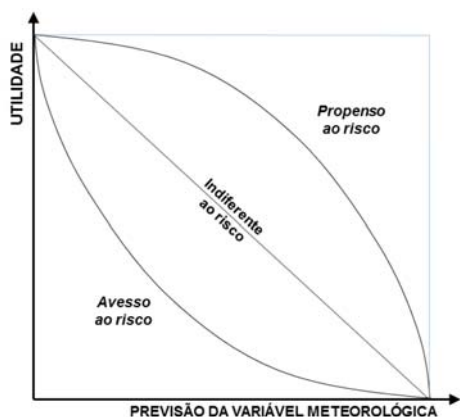


Figura 4 – Conceito da relação de utilidade com a previsão de tempo.

Portanto, por meio da função utilidade, o valor correspondente de uma determinada variável meteorológica é transformado em uma utilidade esperada (escala de 0 até 1). Neste caso, o decisor pode identificar como maximizar a utilidade esperada (valor = 1), baseado na avaliação dos impactos da variável. Portanto, a base de um Sistema de Suporte à Decisão Meteorológico é transformar a previsão de tempo em um índice (utilidade) de acordo com as preferências do decisor. Este índice é necessariamente dependente dos fatores limitantes da infraestrutura, da validade e da probabilidade da previsão de tempo e do perfil do decisor em relação ao risco meteorológico.

Discussão

Uma vez identificada a necessidade de proteção de cada infraestrutura crítica em relação a EME, seria necessário estruturar o problema e, posteriormente, construir um Sistema de Suporte à Decisão específico. Entretanto, como

destacado por Oh, Deshmukh e Hastak (2010) e Mitchell (2012), também devem ser avaliados os impactos e identificadas as melhores ações de mitigação.

Ao aplicarmos os conceitos de análise de decisão e risco (THEKDI; LAMBERT, 2012), deve-se considerar as preferências do decisor em relação ao risco meteorológico e os limites operacionais de cada infraestrutura. Além disso, o desafio também é mensurar as respectivas consequências sociais, políticas e econômicas de um EME em uma infraestrutura crítica.

[...] a medida que o fenômeno meteorológico se desenvolve, é necessário oferecer o apoio contínuo nas ações de mitigação e redução dos impactos e na eventual resposta junto à população afetada.

No Brasil, a Agência Brasileira de Inteligência (Abin) e outros órgãos de Inteligência já possuem uma série de procedimentos para oferecer suporte ao Governo Federal (GUEDES, 2006; RORATTO, 2012). Entretanto, a partir do planejamento de PIC, os órgãos de Inteligência, juntamente com as instituições meteorológicas, precisariam estruturar o problema de EME nas infraestruturas críticas, individualmente. Afinal, a ocorrência de uma tempestade severa, que usualmente provoca apagões de energia elétrica no País, teria consequências distintas se atingisse instalações aeroportuárias, por exemplo.

Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo debater as oportunidades e os desafios da meteorologia brasileira como ferramenta de apoio aos Serviços de Inteligência na Proteção de Infraestruturas Críticas. Neste sentido, para a PIC, as instituições meteorológicas nacionais não devem se limitar apenas em prever eventos severos e em emitir “Avisos meteorológicos” ou “Avisos de mau tempo”. A correta integração da meteorologia com os Serviços de Inteligência deve atender as demandas e as preferências dos decisores nos respectivos órgãos. Além disso, a medida que o fenômeno meteorológico se desenvolve, é necessário oferecer o apoio contínuo nas ações de mitigação e redução dos impactos e na eventual resposta junto à população afetada.

Para a PIC, é fundamental utilizar as melhores técnicas disponíveis de apoio à

decisão. Neste aspecto, o uso adequado da previsão meteorológica e climática em casos de eventos extremos possibilita a redução do risco de desastres e da perda de vidas humanas ou bens materiais. Isto é, decisões estruturadas são mais eficazes na pronta resposta pela alta administração federal e na proteção de instalações estratégicas para ao País.

Deste modo, novos procedimentos devem ser criados, e os atuais devem ser aperfeiçoados com base nas experiências dos órgãos de Inteligência. O desafio que se enfrenta é viabilizar a integração de todas as instituições envolvidas, em um modelo eficaz e eficiente de PIC e, principalmente, sem duplicidade de esforços. Portanto, as diversas instituições meteorológicas brasileiras devem identificar ações para apoiar de forma adequada os Serviços de Inteligência, além de desenvolver um Sistema de Suporte à Decisão Meteorológico específico para a PIC.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CNPQ (Processo nº 142212/2011-3) e da CAPES (Processo nº 14552/2013-02) por meio da Bolsa de Doutorado ao primeiro autor. No entanto, quaisquer opiniões, conclusões ou sugestões neste artigo são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente os pontos de vista das instituições responsáveis pela meteorologia no Brasil.

Referências

BOUGEAULT, P. et al. The THORPEX Interactive Grand Global Ensemble. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 91, n. 8, p. 1059–1072, 2010.

BRASIL. Decreto nº 70.092, de 2 de fevereiro de 1972. Inclui nas atribuições dos Ministérios da Marinha e da Aeronáutica, as atividades de meteorologia marítima e aeronáutica, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 3 fev. 1972. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-70092-2-fevereiro-1972-418665-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 4 jun. 2014.

Proteção de infraestruturas críticas:

desafios da previsão meteorológica como ferramenta de apoio aos Serviços de Inteligência

_____. Decreto nº 70.200, de 24 de Fevereiro de 1972. Acrescenta os itens 12 e 13 ao artigo 2 do Regulamento para a Diretoria de Hidrografia e Navegação. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 25 fev. 1972. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-70200-24-fevereiro-1972-418689-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

BRASIL. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 dez. 1986. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565.htm>. Acesso em: 23 abr. 2012.

_____. Lei nº 8.490 de 19 de novembro de 1992. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 nov. 1992. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8490.htm>. Acesso em: 23 abr. 2012.

_____. Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 29 mai. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.683compilado.htm>. Acesso em: 23 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Portaria nº 45-EME, de 17 de abril de 2012. Cria o Projeto Estratégico PROTEGER e constitui a equipe inicial do Projeto. *Boletim do Exército*, Brasília, nº 16, 20 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.sgex.eb.mil.br/sistemas/be/copiar.php?codarquivo=1063&act=bre>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. *Normas da autoridade marítima para as atividades de meteorologia marítima – NORMAN 19*. Niterói: DHN, 2011. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/camr/download/normam19.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

BRASIL. Presidência da República. Gabinete de Segurança Institucional. Portaria nº 2- GSIPR/CH, de 8 de fevereiro de 2008. Institui Grupos Técnicos de Segurança de infra-estruturas críticas (GTSIC) e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 fev. 2008. Disponível em: <http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/area-presidencia/pasta.2008-10-08.1857594057/pasta.2009-03-20.4393944761/pasta.2009-03-24.3858627784/pasta.2009-08-06.2098708078/pasta.2009-08-06.7125814726/PRT_n.2_fev_2008_GSI.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2013.

CARUZZO, A.; BELDERRAIN, M.C.N.; FISCH, G. Mapeamento parcial da meteorologia nas operações de lançamentos de foguetes utilizando um Método de Estruturação de Problemas. In: SIMPÓSIO DE APLICAÇÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, 16., 2014, São José dos Campos. *Anais...* São José dos Campos: ITA, 2014.

CARUZZO, A.; MANSO, D.; BELDERRAIN, M.C.N. Planejamento do sistema de meteorologia no apoio da logística humanitária: a visão dos previsores utilizando a Teoria de Valor Multiatributo. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v. 5, n. 2, p. 66–290, 2013.

COUTO, J.A.C.; SOARES, J.A. DE M. *Lições de Gerenciamento de Crises*. Brasília: SAEI/PR, 2009. Disponível em: <<http://geopr1.planalto.gov.br/saei/images/publicacoes/licoesGerenciamentoCrises.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. SODA - The Principles. In: ROSENHEAD, J.; MINGERS, J. (Eds.). *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity*. 2. ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2001. p. 21–41.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.; NORONHA, S. M. *Apoio à Decisão - Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas*. 2. ed. Florianópolis: Editora Insular, 2001. 296 p.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of Art Surveys*. Boston: Springer, 2005. 1.048 p.

GEORGIU, I. Cognitive Mapping and Strategic Options Development and Analysis (SODA). In: COCHRAN, J. J. (Ed.). *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. West Sussex: John Wiley & Sons, 2010. p. 1–10.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 331 p.

GUEDES, L.C. A mãe das Inteligências. *Revista Brasileira de Inteligência*, Brasília, v. 2, n. 1, p. 21–35, 2006.

GUIKEMA, S. D. Natural disaster risk analysis for critical infrastructure systems: an approach based on statistical learning theory. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 94, n. 4, p. 855–860, 2009.

HAMALAINEN, R.P.; LINDSTEDT, M.R.; SINKKO, K. Multiattribute risk analysis in nuclear emergency management. *Risk Analysis: an international journal*, v. 20, n. 4, p. 455–467, 2000.

KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. New York: Cambridge University Press, 1993. 592 p.

LORENZ, E.N. A study of the predictability of a 28-variable atmospheric model. *Tellus*, v. 17, n. 3, p. 321–333, 1965.

MCGILL, W.L.; AYYUB, B.M.; KAMINSKIY, M. Risk analysis for critical asset protection. *Risk Analysis: an international journal*, v. 27, n. 5, p. 1265–1281, 2007.

MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. Problem structuring methods in action. *European Journal of Operational Research*, v. 152, n. 3, p. 530–554, 2004.

MITCHELL, T. *Gerenciando Extremos Climáticos e Desastres na América Latina e no Caribe: Lições do relatório SREX IPCC*. Londres: CDKN, 2012. Disponível em: <<http://www.cdkn.org/srex/>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

MOURA, A.D. Von Neumann e a previsão numérica de tempo e clima. *Estudos Avançados*, v. 10, n. 26, p. 227–236, 1996.

NOGUEIRA, F. O papel do serviço de inteligência na segurança das infraestruturas críticas. *Revista Brasileira de Inteligência*, Brasília, v. 7, p. 79–92, 2012.

OH, E.H.; DESHMUKH, A.; HASTAK, M. Disaster impact analysis based on inter-relationship of critical infrastructure and associated industries: A winter flood disaster event. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, v. 1, n. 1, p. 25–49, 2010.

PIELKE-JR, R. A. Who decides? Forecasts and responsibilities in the 1997 Red River flood. *Applied Behavioral Science Review*, n. 2, p. 83–101, 1999.

PRADO, A.A. DE A. *Análise de decisão multicritério aplicada na seleção de fornecedores de logística*. 2011. 175f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

RECH, M. Exército tem projeto para garantir a segurança da infraestrutura crítica do país. *Infovel: Institu-*

Proteção de infraestruturas críticas:

desafios da previsão meteorológica como ferramenta de apoio aos Serviços de Inteligência

to de Relações Internacionais e Defesa, 2 jul. 2013. Disponível em: < http://inforel.org/noticias/noticia.php?not_id=5599&tipo=2 >.

REINO UNIDO. Home Office. *London 2012 Olympic Safety and Security Strategic Risk Assessment (OSSSRA) and Risk Mitigation Process*. 1.ed. London: UK Gov, 2012. Disponível em: < https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/97982/ossra-summary.pdf >. Acesso em: 5 ago. 2013.

RORATTO, J. M. Acepções e conceitos de inteligência de Estado. *Revista Brasileira de Inteligência*, Brasília, n. 7, p. 31–40, 2012.

ROY, B. Decision science or decision-aid science? *European Journal of Operational Research*, v. 66, n. 2, p. 184–203, 1993.

SCHAD, I. et al. Why do people not learn from flood disasters? Evidence from Vietnam's northwestern mountains. *Natural hazards*, v. 62, n. 2, p. 221–241, 2012.

SILVEIRA, C. DA S. et al. Verificação das previsões de tempo para precipitação usando Ensemble regional para o Estado do Ceará em 2009. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 4, p. 609–618, 2011.

THEKDI, S. A.; LAMBERT, J. H. Decision analysis and risk models for land development affecting infrastructure systems. *Risk Analysis: an international journal*, v. 32, n. 7, p. 1253–1269, 2012.

TOTH, Z.; KALNAY, E. Ensemble Forecasting at NMC: The Generation of Perturbations. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 74, p. 2317–2330, 1993.

UCHIDA, K. A model evaluating effect of disaster warning issuance conditions on “cry wolf syndrome” in the case of a landslide. *European Journal of Operational Research*, v. 218, n. 2, p. 530–537, 2012.

WALLENIUS, J. et al. Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: Recent Accomplishments and What Lies Ahead. *Management Science*, v. 54, n.7, p. 1336–1349, 2008.

WENDT, E. Ciberguerra, inteligência cibernética e segurança virtual: alguns aspectos. *Revista Brasileira de Inteligência*, Brasília, v. 6, p. 15–26, 2011.

WILKS, D.S. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 3. ed. New York: Academic Press, 2011. 676 p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *The global climate 2001 – 2010: A Decade of Climate Extremes*. Geneva: WMO, 2013. Disponível em: < http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1103_en.pdf >. Acesso em: 16 jul. 2013.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Weather Extremes in a Changing Climate: hindsight on foresight*. Geneva: WMO, 2011. Disponível em: < https://www.wmo.int/pages/mediacentre/news/documents/1075_en.pdf >. Acesso em: 23 jul. 2012.

YUSTA, J.M.; CORREA, G.J.; LACAL-ARÁNTÉGUI, R. Methodologies and applications for critical infrastructure protection: State-of-the-art. *Energy Policy*, v. 39, n.10, p. 6100–6119, 2011.

ZAWADZKI, M. et al. *O atentado terrorista na maratona de Boston: um alerta para o Brasil?* [S.l.], 2014. (Artigo submetido e não publicado).