Sistema de Estações Meteorológicas Regionais para Previsão de Tempo

Francisco Eduardo Carvalho Viola
Maria Suelena Santiago Barros
Instituto de Pesquisas Espaciais
Secretaria Especial da Ciência e Tecnologia
Caixa Postal 515
12201 São José dos Campos, SP
BRASIL

RESUMO

Na complexidade da vida social atual, com suas atividades industriais, agrícolas, transportes e até turísticas, os fenômenos atmosféricos podem adquirir muita importância sobretudo em situações dramáticas. O trabalho de previsão meteorológica, que já se desenvolve no Brasil com uma certa tradição, começa a exigir uma **modernização** e uma estruturação de seus serviços de forma que seja capaz de enfrentar requisitos ainda mais rigorosos, para aumentar sua produtividade, eficiência e confiabilidade. Estas características devem estar presentes tanto no sistema de previsão para longo prazo como na previsão local e imediata (Nowcasting). Assim sendo, só o emprego de alta tecnologia em sensoriamento, computação e processamento gráfico interativo poderá suprir necessidades operacionais que, entre outras, são marcadas pela exigência de um monitoramento em tempo real, em três dimensões, numa escala regional. O objetivo maior é conduzir a normalização dos serviços dentro de padrões ,modernos, provendo deteções mais confiáveis de fenômenos severos, podendo consequentemente produzir ALERTAS DE TEMPO. As informações fornecidas devem dar suporte desde à proteção de vidas até a decisões relacionadas à produtividade econômica. Este esforço, porém exige o traçado de um plano estratégico de desenvolvimento e de implantação que bem se adapte ao Brasil . O projeto proposto de uma rede moderna e estruturada de sistemas regionais para a previsão de tempo de curto prazo, abrangente em dados, e que integre interativamente seus produtos com grande versatilidade, certamente proporcionará serviços que combinarão produtividade com eficiência. A produtividade e a melhoria dos serviços serão alcançadas pela maior automatização das observações e das vias de comunicações, o que deve liberar os previsores para se concentrarem em prioridades operacionais de análise e previsão.

1. INTRODUÇÃO

Na complexidade da vida social atual, com suas atividades industriais, agrícolas, transportes e até turísticas, os fenômenos atmosféricos podem adquirir muita importância sobretudo em situações dramáticas.

Excluindo a previsão global e a longo prazo, nas escalas regional e local, a chave para mitigar os efeitos de eventos atmosféricos severos está na disposição de informações acuradas que permitam a curto espaço de tempo antever com precisão a ocorrência deles. Os esforços terão assim que se dirigir no sentido de colecionar, compartilhar e efetivamente usar os dados e informações precisas do tempo que está na iminência de ocorrer. Para tanto, diversas escalas geográficas terão que ser frequentemente cobertas desde a nacional, passando pela regional e atingindo a local.

No Brasil, pesquisas aplicadas se desenvolvem em diversas entidades para atingir o estado da arte na previsão de fenômenos atmosféricos severos e enchentes.

No caso de previsão local e imediata, só o emprego de alta tecnologia em sensoriamento e processamento gráfico interativo poderá suprir as necessidades operacionais,que são marcadas, principalmente, pelo requisito de um monitoramento em tempo real, em três dimensões, numa escala regional. Este é o único caminho possível para se atingir um baixo custo operacional.

O objetivo maior é conduzir a normalizacção dos serviços dentro de padrões modernos, provendo deteções mais confiáveis de fenômenos severos, podendo consequentemente produzir ALERTAS DE TEMPO.

Deve-se primeiramente identificar os objetivos a serem melhorados nos serviços básicos, a fim de serem modernizados de acordo com a nova tecnologia. As melhorias propostas permitirão maior produtividade e eficiência dos serviços de previsão de tempo e consequentemente, maior vantagem para quem dependa de previsão. Isto inclue agências governamentais locais, estaduais e federais, meteorologistas de diversos setores, industrias e organizações de gerenciamento de recursos.

Os eventos atmosféricos severos de maior interesse para a previsão de curto prazo são os que ocorrem localmente e num curto espaço de tempo (centenas de quilômetros e em alguns minutos).

Ressalte-se que muitos fenômenos de mesoescala estão abaixo da resolução operacional das rotinas de observação e análise atuais.

Com a atual tecnologia de sensoriamento e de sistemas de processamento de informações poder-se-á incrementar os serviços de previsão ao ponto desejado. Estas tecnologias irão prover uma quantidade grande de dados e informações complexas, requerendo um nível significantemente maior de interpretação e análise pelo previsor operacional.

O meteorologista e o hidrologista estarão aptos a manipular, a expor e analisar informações, permitindo combinar princípios científicos à experiência operacional, produzindo assim previsões e alertas mais acurados.

2. PROJETO BWIPS (Sistemas de Estações Meteorológicas Regionais para Previsão de tempo).

Este projeto apresenta como objetivo principal a implantação de uma rede de estações regionais apropriadas para previsão de tempo com a integração de uma variedade de dados.

O sistema BWIPS, prevê, dessa forma, a constituição de centros regionais de operações integradas. A observação e a análise do tempo corrente e esperado podem ser rápidas e confiavelmente completadas, de modo que prontas decisões sejam tomadas (com emissão de alertas). Isto contrasta com operações tradicionais, onde um certo número de meteorologistas e técnicos são requeridos para individualmente avaliar uma base de dados limitada, e separadamente derivar a requerida variedade de alertas e previsões.

Dispor de variadas fontes de dados é fundamental, porém integrá-las em forma de produtos facilmente consumíveis pelos meteorologistas, é um dos grandes desafios.

Caracterizam este sistema, a rápida resposta a análises interativas e a exposição dos dados para auxiliar o meteorologista na tomada rápida de decisões, preparar alertas e disseminar produtos aos usuários (agências de governo, universidades, centros de pesquisas e interesses comerciais, aeroportos. etc.).

2.1 COBERTURA DE ÁREAS PARA PREVISÃO DE CURTO PRAZO

Cada cobertura (área de monitoramento) pode ser descrita por um cilindro de aproximadamente 250km a 300km de raio que recobre as regiões estratégicas. Este cilindro que tem a base na superfície terrestre se alonga até a atmosfera, teoricamente cobrindo a área de interesse.

Dentro deste volume de atmosfera monitorado deve-se definir o nível de detalhe de sensoriamento, dependendo dos tipos de fenômenos presentes.

Associam-se assim nestes cilindros de cobertura de área dados de: satélites, radar (modernamente Doppler), e uma estação central de recebimento de dados. Tem-se também como entrada, resultados da previsão numérica através de modelos globais.

2.2. IMPLEMENTAÇÃO

O emprego de uma nova ciência, a melhoria na força tarefa e o uso de nova tecnologia apontam para uma reestruturação da infra-estrutura atual dos serviços meteorológicos o que exigiria um prazo de mais ou menos meia década.

Devido à complexidade dessa transição, nos sistemas meteorológicos, seria necessário um trabalho específico dedicado à adaptação ao futuro sistema a ser implantado. Seria também necessário planejar a modernização e a restruturação associada.

Estrategicamente, dever-se-ão sempre ser selecionadas áreas importantes (povoações densas, aeroportos, áreas industriais ou agrícolas economicamente importantes etc) sujeitas a tempestades severas e outros fenômenos atmosféricos, para serem monitoradas. Nestes locais serão avaliados os serviços e as respostas dos usuários aos investimentos feitos.

2.3. PRODUTIVIDADE E EXPERIÊNCIA

O projeto de uma rede moderna e estruturada de sistemas regionais para a previsão de tempo a curto prazo, abrangente em dados, como é pretendido, e que integre interativamente seus produtos com grande versatilidade, certamente proporcionará serviços que combinarão produtividade com eficiência.

A produtividade e a melhoria dos serviços serão alcançadas pela automatização das observações e das vias de comunicações, o que deve liberar os previsores para se concentrarem em prioridades operacionais de análise e previsão.

Essa tentativa deverá resultar em um avanço tecnológico brasileiro na área, pois poder-se-á fomentar o desenvolvimento da tecnologia de radares, profilers, sistemas de aquisição de dados em tempo real e estações de trabalho com desempenho tempo real.

3. LEVANTAMENTO DE REQUISITOS:

Nos procedimentos operacionais de previsão tempo acionamento de alertas, tanto informações qualitativas quanto quantitativas são processadas por meteorologistas, que se utilizam de interpretações intuitivas como uma parte significativa destes procedimentos.

A razão de se propor um ambiente de trabalho operacional, altamente eficiente para as estações regionais, reside no fato de que as estações de trabalhos estão ainda longe de tornar o previsor meteorologista redundante neste contexto, e assim deve-se oferecer um meio para que este faça suas tarefas de maneira mais efetiva utilizando toda informação relevante.

Por outro lado, no projeto de um ambiente computacional apropriado deve-se considerar uma metodologia com um procedimento de especificação o mais afastado possível das soluções tecnológicas a serem propostas, o que permite. produzir uma especificação funcional mais rigorosa. Entende-se que esta especificação funcional é crucial para que um projeto seja efetivo, além de ser a base de uma solução técnica apropriada.

Quando do desenvolvimento de um projeto, espera-se que com a aplicação de uma metodologia se possa aproveitar da vantagem de uma especificação funcional bem definida e relativamente estável face a evolução tecnológica. Isto deve significar que a informação de base do sistema, a especificação funcional, deve mudar muito pouco durante as fases de desenvolvimento e implementação, além de oferecer bases sólidas para atualizações posteriores.

Uma metodologia baseada em requisitos de saída de uma estação regional deve se tornar um mecanismo adequado para deixar clara a compreensão do conhecimento operacional da previsão local a curto prazo.

3.1 - Estratégia de coleta de requisitos:

O levantamento de requisitos deve, de alguma forma, passar por uma classificação da comunidade meteorológica em grupos de atividades comuns dentro dos serviços meteorológicos . No caso de sistemas de previsão de tempo, os usuários geralmente são de 3 tipos conforme seus serviços :

* meteorologistas envolvidos com proteção da vida e do meio ambiente,
* meteorologistas que fornecem informação meteorologica para análises econômicas com intuito de minimizar perdas,
* meteorologistas engajados em atividades sociais e/ou recreacionais.

3.2 - REQUISITOS SOBRE AS ENTRADAS

Em uma metodologia baseada em requisitos de saída, deve-se dar uma grande importância aos dados requeridos para uma rotina de previsão. Estes dados podem ser definidos levando em consideração os produtos de saída, do processo de previsão e a relevância dos fenômenos meteorológicos. Dessa forma, deve-se ter diretrizes claras para um sistema de estações regionais principalmente para os seguintes itens:

* as resoluções temporal e espacial, conjuntamente com a extensão da rede observacional de superfície,
* as resoluções temporal espacial (horizontal e vertical), conjuntamente com a extensão da rede de ar superior,
* a resolução e a cobertura aérea de dados sensoriados remotamente (por exemplo: imagens de satélite e de radar),
* a precisão e a exatidão dos dados observados,
* os fenômenos meteorológicos a serem observados,
* as técnicas de observação a serem usadas,
* a velocidade com que os dados devem ser adquiridos para análise e previsão,
* os processamentos on-line requeridos.

O dimensionamento desses fatores é importante quando da derivação da especificação funcional, pois deve existir um impacto direto no projeto da estação regional, sobretudo no armazenamento e comunicação dos dados.

3.3 - REQUISITOS PARA O PROCESSO DE PREVISÃO

Mesmo que um previsor seja requisitado para fornecer regularmente um conjunto padrão de previsões, as tarefas executadas a cada dia podem variar de acordo com os fenômenos meteorológicos em análise.

Considerando que o processo de previsão incorpora um modelo conceitual de compreensão dinâmica e física de um sistema meteorológico, a manipulação e a visualização (estática e dinâmica) dos dados devem ser executadas eficientemente através de uma estação de trabalho apropriada. Os requisitos funcionais para a manipulação e visualização entre outros devem incluir:

* a facilidade de visualizar mapas, imagens e gráficos em diversas escalas espaciais ,
* a eficiência computacional e a simplicidade na geração de análises específicas e de prognósticos de campos,
* a possibilidade de relacionar fácilmente vários campos de forma sequencial ou concorrente,
* a possibilidade de manipular com frequência campos seja para comparação ou sobreposição,
* a facilidade de manipulação e visualização de campos em diferentes resoluções verticais,
* a possibilidade de processar um certo número. significativo de campos em um curto período de tempo,
* a visualização de séries temporais de campos,
* a possibilidade de permitir a interação de produtos nas escalas: local, regional e nacional,
* o processamento de modelos de escala local,
* e outras funções com características de tempo real.

Uma especificação funcional deve assim determinar que dentro de um período de tempo, o meteorologista previsor, deve ser capaz de completar um processo de previsão previamente especificado, de acordo com a saída requerida do sistema. Isto se traduz na execução de um certo número de operações genéricas num intervalo de tempo, considerando que o meteorologista:

* visualize um dado número de campos na forma de mapas, de análises ou de séries temporais,
* sobreponha ou compare combinações de campos,
* execute cálculos sobre os dados,
* e formule previsões escritas.

(estas atividades não necessáriamente estão completas, nem tampouco, o meteorologista deve executá-las todas)

Para que todos os requisitos operacionais possam ser atendidos, torna-se imprescindível que o sistema computacional possua uma interface bastante amigável que diminua o tempo gasto para as operações de previsão, o que deve auxiliar significativamente na obtenção de uma melhora na qualidade e precisão delas, quando encadeam-se eficientemente os processamentos filtrando as informações irrelevantes

3.4 - REQUISITOS DE TEMPO

Considerado como o principal aspecto do projeto ,este pode ser dimensionado segundo os fatores:

* a frequência e o número de vezes (reais) em que os dados observados e processados apresentam-se disponíveis,
* a quantidade de tempo necessária para o meteorologista poder selecionar e absorver informações dos mais diversos campos,
* o tempo de resposta para rotinas de previsão e o tempo de antecedência mínimo para emitir uma previsão ou alarme.

4- Conclusões

O estágio atual de desenvolvimento dos sistemas de previsão de tempo no Brasil, apresenta contrastes entre segmentos que operam tecnologia tradicional, por vezes carente de uma melhor rede de sensoriamento e transmissão de informações, e de outro lado, valendo-se efetivamente de tecnologias modernas, como é o caso de imagens de satélites, radares e detetores de relâmpagos.

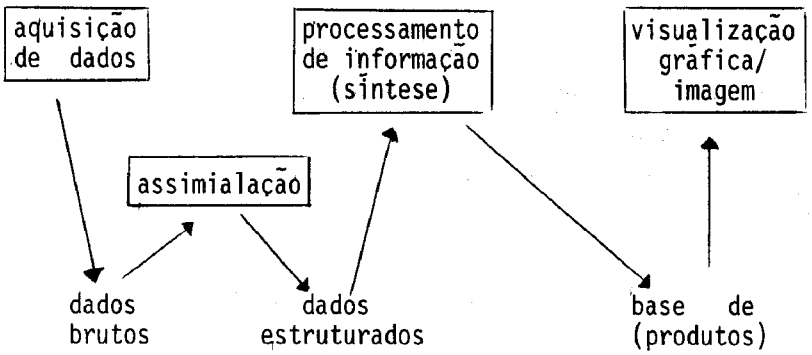
De fato, o sistema meteorológico brasileiro ainda está numa fase artesanal e não dispõe intensamente da tecnologia, principalmente, no que se refere a aplicações de computadores que permitam a integração do grande volume de dados de forma eficiente. A intervenção dos computadores é fundamental no planejamento da expansão, da modernização operacional e da integração dos elementos componentes de todo o sistema.

Um passo muito importante a ser dado é a avaliação precisa dos recursos atualmente disponíveis, e o nível de sofisticação operacional desejável, a fim de se dimensionar corretamente o custo da modernização e integração dos subsistemas existentes.

É certo, porém, que tanto maior o retardo em se iniciar esta indispensável tarefa de integração dos subsistemas , maiores serão os custos envolvidos no futuro. É desnecessário tecer maiores considerações a respeito dos prejuízos da redundância de esforços, e dos índices de perdas de materiais e mão de obra, quando se tenta integrar partes independentemente planejadas em um conceito global e mantê-las em funcionamento efetivo.

Um sistema integrado e automatizado para previsão de tempo, visto sob o prisma de suas funções computacionais, pode ser

representado em quatro grandes etapas de atividades:



Cada uma das etapas guarda em si, características marcantes do interrelacionamento das funções internas, que integram os diversos tipos de dados provenientes também de diversas fontes.

No planejamento de um sistema integrado, as atividades de aquisição e assimilação apresentam uma certa especificidade, uma vez que um tal programa de modernização já encontra instalado e em operação, alguma infra- estrutura, em parte ainda não atualizada, de serviços meteorológicos.

Contudo, as atividades correspondentes ao processamento de informação e a visualização gráfica são segmentos cujas características principais estão essencialmente ligadas ao desenvolvimento da tecnologia de ponta nas áreas de Computação, Tempo Real e Computaçã/Gráfica Processamento de Imagem. Aliás, o desempenho exigido destas funções num moderno sistema computacional para previsão de tempo, conduz a uma implementação de hardware e software extremamente sintonizados um ao outro, o que, além de encarecer especialmente o projeto, dificulta qualquer tentativa de adaptação de um software original em máquinas alternativas.

Considerando os altos custos das pesquisas empreendidas para definição de tais conceitos dentro de padrões modernos que atendam as exigências, principalmente tempo real para operação, parece claro que a orientação do projeto brasileiro deve proporcionar, na medida do possível, saltos tecnológicos que evitem o reestudo e a redefinição de conceitos assentados.

Desta forma, em alguns destes aspectos mais detalhados e complexos do projeto de integração para o Brasil, recomenda-se a avaliação precisa dos recursos disponíveis, da real possibilidade de suas aplicações e do custo- benefício de desenvolvimento de hardware e software (aplicativo), a partir de sistemas já disponíveis para aplicações diversas, principalmente na área de estações de trabalho.

Um fator positivo que se soma aos esforços atuais empreendidos no Brasil nesta área, é sem dúvida a possibilidade concreta de se efetivar acordos com o Laboratório de Pesquisa Ambiental da NOAA (EUA), promovendo estágios de longa duração para técnicos brasileiros, o que permitirá efetuar em vários aspectos, os saltos tecnológicos necessários.