

Geoprocessamento Aplicado à Previsão de Eventos Extremos para Rio Grande do Sul

Jaqueline Vicente Matsuoka¹
Rita de Cássia Marques Alves¹
Dejanira Luderitz Saldanha¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia - CEPSRM
Caixa Postal 15044, Porto Alegre - RS

jaquematsuoka@gmail.com, rita.cma@terra.com.br, dejanira.saldanha@ufrgs.br

Abstract. This work has the main objective of developing a spatial structure that integrates into a single database, spatial information derived from the physical and biotic, such as vegetation, geology, geomorphology, pedology and other types of data such as satellite imagery, meteorological information, Data from solar radiation, simulations of atmospheric circulation, numerical models of ground, and so on. As well as socio-economics data. This system should provide mechanisms to combine all this information, through manipulation and analysis of algorithms, as well as mechanisms for consultation, retrieval, visualization and plotting of the contents of the database sets. Its goal, assist in the prediction of extreme events for the state of Rio Grande do Sul, serving with spreading the results of forecasts generated by atmospheric model BRAMS. This system will also be available on the *web*, through a map server, so that consultations can be done remotely by users. At the end of the project will be possible, through the crossings of the plans of information contained in the system, generating products that help the civil defense and other sectors to plan their strategies, such as maps of susceptibility of collapse of slopes, maps of areas susceptible to floods, etc., through the crossings of the plans of information contained in the system. The development of this system is funded by FINEP and developed at the Laboratory of Meteorology and Air Quality in the State Center for Research on Remote Sensing and Meteorology of UFRGS.

Palavras-chave: extreme events, geographic information system, meteorology, eventos extremos, sistemas de informação geográfica, meteorologia.

1. Introdução

A região sul, que compreende os Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, tem sofrido nos últimos anos com a passagem de ciclones extratropicais, granizo, vendavais, longos períodos chuvas intensas, causando alagamentos e enchentes. Esses fenômenos são classificados pela defesa civil como “Desastres Naturais Relacionados com a Geodinâmica Terrestre Externa”, segundo o manual de desastres naturais vol. 1. Tais eventos meteorológicos causam danos materiais e perdas de vidas humanas, além de um déficit na receita dos municípios com a recuperação das regiões atingidas e um imenso prejuízo para a agricultura com a destruição das áreas plantadas, gerando uma grande dívida para os produtores que utilizam financiamento rural dos bancos.

Uma das formas para controlar esses prejuízos e de salvar vidas é a implementação de um SIG capaz de integrar em uma única base de dados informações espaciais provenientes do meio físico-biótico, como: vegetação, geologia, geomorfologia e pedologia. E outros tipos de dados como imagens de satélite, informações meteorológicas, dados de radiação solar, simulações de circulação atmosférica, modelos numéricos do terreno, etc., além de dados sócio-econômicos.

As informações citadas acima utilizadas independentemente já são importantes nas análises de uma região e se elas forem combinadas, são capazes de gerar informações muito mais valiosas. Por exemplo, através do MNT é possível gerar mapas de declividade e cruzando os mapas de declividade com dados de hidrografia é possível identificar áreas passíveis de enchentes. Além disso, juntando ainda dados socioeconômicos é possível saber a

quantidade de pessoas que serão afetadas por essa inundação e quais os procedimentos que podem ser tomados antes que isso aconteça de fato.

2. Metodologia

O termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Segundo Câmara (2005), a principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos. Os componentes de um SIG se dividem em cinco interfaces. A primeira é a interface *homem-máquina*, que define como o sistema é operado e controlado, baseando tanto no sistema GIS Desktop, como adaptada ao ambiente de navegação da Internet (Kraak e Brown, 2001), quanto baseada em linguagens de comando como Spatial SQL (Egenhofer, 1994). A segunda, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais, a *entrada de dados* inclui os mecanismos de conversão de dados (Hohl, 1998). Numa terceira interface, os algoritmos de *consulta e análise espacial* incluem as operações topológicas (Egenhofer e Franzosa, 1991), álgebra de mapas (Tomlin, 1990), estatística espacial (Druck et al., 2004), modelagem numérica de terreno (Li et al., 2004) e processamento de imagens (Mather, 2004). Na quarta interface, os mecanismos de *visualização e plotagem* devem oferecer suporte adequado para a apreensão cognitiva dos aspectos relevantes dos dados pesquisados (MacEachren, 2004) (Tufte, 1983) (Monmonier, 1993). No nível distante do usuário do sistema, *gerência de bancos de dados geográficos* oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estas interfaces de forma diferente, mas contendo todos os subsistemas supracitados.

O desenvolvimento desse sistema de informações geográficas foi dividido em etapas as quais serão descritas nos próximos subitens.

2.1. Primeira Etapa: Avaliação das Necessidades

As seguintes perguntas devem feitas:

1. O que o SIG pretende fazer?
2. Quais são as necessidades?

Todos os dados que farão parte do SIG foram obtidos através de vetorização de mapas analógicos, com auxílio de mesas digitalizadoras, em um convênio entre IBGE, Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul e CEPSSRM/UFRGS. São 28 cartas no formato DGN, nativo do *microstation*, no total, que recobrem todo o Estado do Rio Grande do Sul e ainda uma parte de Santa Catarina, na escala 1:250.000, divididos em quatro temas: vegetação, pedologia, geologia e geomorfologia. Além da base cartográfica contendo as rodovias, ferrovias, hidrografia e manchas urbanas, totalizando assim 140 cartas.

Através do site do EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Projeto: BRASIL EM RELEVO obteve-se os Modelos Numéricos do Terreno – MNTs, os quais foram gerados através do projeto *SRTM* da NASA, numa resolução de 90 m, totalizando também 28 arquivos no formato *TIF* e *AUX*, arquivo de imagem e sistema de coordenadas respectivamente.

2.2. Segunda Etapa: Projeto Lógico, Conceitual e Físico

Simultaneamente ao levantamento dos dados realizou-se um estudo sobre a modelagem conceitual e lógica do sistema de informação. Para que o SIG seja todo documentado e descrito em detalhes é necessário que sejam construídos modelos que representem toda a sua estrutura.

O projeto lógico tem como objetivo identificar as entidades geográficas e os atributos, criar as classes de feição e organizar entidades geográficas em uma classe temática. Já o projeto conceitual é uma forma de documentar o SIG, como já foi dito. Para gerar os modelos conceituais utilizou-se o software livre, *ArgoCaseGEO*, também que tem como base o modelo *GeoFrame*.

Durante o projeto físico foram feitos o detalhamento do layout, dos passos conceituais e lógicos, a identificação da origem dos dados e o esclarecimento do esquema do banco de dados: estrutura tabular, relacionamentos, esquemas de compilação, domínios e subtipos, determinação dos procedimentos de documentação, convenção de nomes, atualização de metadados e finalmente o dicionário de dados.

Porém, esta etapa do trabalho será tratada em trabalhos futuros.

2.3. Terceira Etapa: Implementação do Banco de Dados Geográfico

Todos os layers de cada um dos temas: geologia, geomorfologia, vegetação, pedologia e base foram exportados, separadamente, para o formato do *ArcGis*, ou seja, para *shapefile* e posteriormente importados para as *dataset feature* especificamente criadas para cada um dos temas e depois para dentro as *PGDBs (Personal Geodatabases)*, para que pudessem ser geradas as topologias desses *layers*. Para as *PGDBs* definiu-se o sistema de coordenadas com projeção Cônica Conforme de Lambert, datum SAD_69 e com os seguintes parâmetros: oeste e norte falsos = 0, meridiano central = -54°, paralelo padrão 1 = -27°, paralelo padrão 2 = -33°, fator de escala = 1 e latitude de origem = 0

Atualmente os dados no formato *shapefile* estão sendo editados no *ARCGIS*. O processo de edição é bastante minucioso e representa uma etapa muito importante no processo. Todos os nós e vértices das feições precisam ser verificados, assim como linhas duplicadas ou não conectadas, quando deveriam estar etc.. Isso deve ser feito para que não seja gerado um número muito grande de tabelas e para que as mesmas não sejam redundantes. Por exemplo: Um rio só será considerado uma única entidade se não contiver nenhum nó no meio da linha que o representa. Se existir um nó a mais onde não deve, o rio será dividido então em duas feições, isso criará duas tabelas para uma mesma feição ao invés de uma única.

Nessa etapa estão sendo utilizados os pacotes do *ArcGis 9.2* a manipulação e edição dos dados vetoriais e *ENVI 4.3* para o tratamento dos dados de MNT que se tratam de imagens no formato *TIFF*.

3. Resultados Preliminares

Primeiramente, para o tema Solos, todos os *shapes* foram importados para o *PGDB* separadamente. Com as ferramentas de edição todas as cartas foram combinadas, formando um “mosaico” dos vetores de classes de solos. Inicialmente as entidades eram linhas, e continham diversos tipos de erros, como nós falsos, nós flutuantes, linhas duplicadas, etc. Para que essas linhas se transformassem em polígonos foi preciso realizar a eliminação desses erros e juntar as linhas utilizando o *MERGE*. Depois desses passos, todas as classes de solos, são do tipo polígono e terão uma tabela associada a cada uma, trazendo as informações não espaciais, como tipo de solo, horizonte, quantidade de argila, etc. Informações necessárias para a geração do mapa de suscetibilidade de desabamento de encostas.

As figuras 1 e 2, mostram as cartas ainda e]no formato *DGN*, sem nenhuma edição e um zoom em uma das cartas para visualizar os detalhes. As figuras 3 e 4 mostram as classes de solos ainda como shape de linhas e sem edição e como polígonos, já editados, respectivamente.

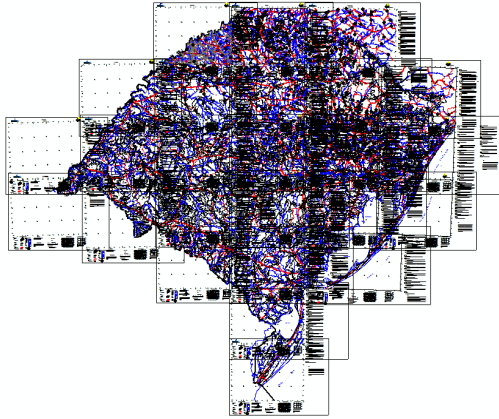


Figura 1 – Cartas no formato *DGN*

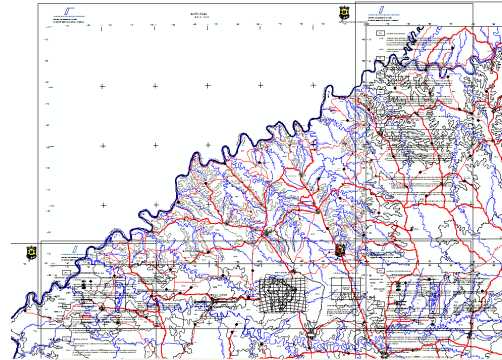


Figura 2 – Detalhe de uma carta no formato *DGN*

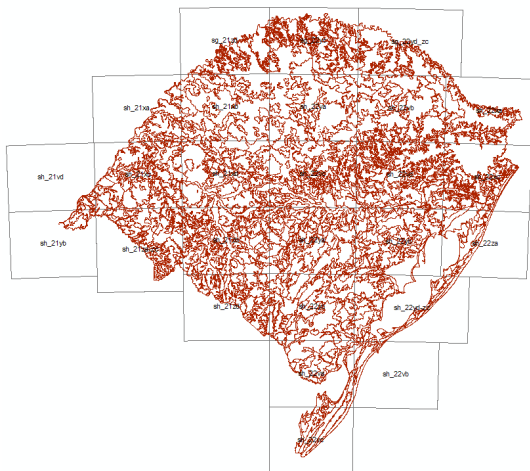


Figura 3 – Classes de solo como shape de linhas (antes da edição)

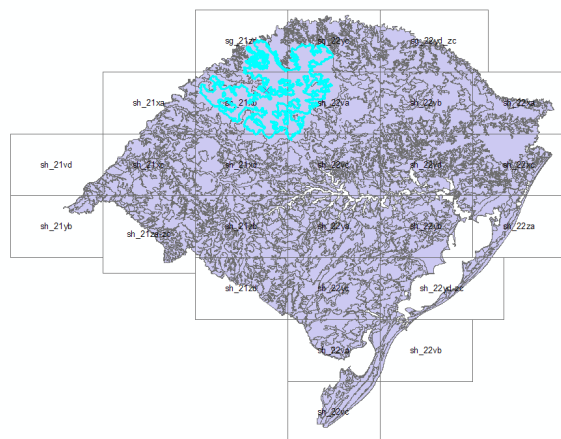


Figura 4 – Classes de solos como shape de polígonos (após a edição)

Os MNTs gerados pelo SRTM da NASA, com resolução de 90m foram adquiridos do site da EMBRAPA – Brasil em Relevo. Esses dados são compatíveis com a escala 1:250.000.

No ENVI 4.3, foi feito o mosaico dos MNTs, juntando todas as 28 cartas em um único arquivo *raster*, mostrado na Figura 5. O sistema de coordenadas do mosaico foi então transformado de geográficas, datum WGS_84 para ser compatível com o sistema dos dados vetoriais.

De volta ao *ArcGis* o mosaico de MNTs foi recortado com base no *shape* do Estado, como mostra a Figura 6.

A partir do mosaico do MNT, foram gerados outros produtos, tais como:

Sombreamento, que é uma técnica usada para criar uma visão realista de terreno criando uma superfície tridimensional a partir de uma exibição bidimensional do mesmo. O *hilshade* ou *sombreamento* cria uma iluminação hipotética de uma superfície configurando uma posição para uma fonte de luz e calculando um valor de iluminação para cada célula baseado na orientação da célula em relação à luz, ou baseado na declividade e aspecto da célula como mostra a figura 7, e o resultado é mostrado na figura 8.

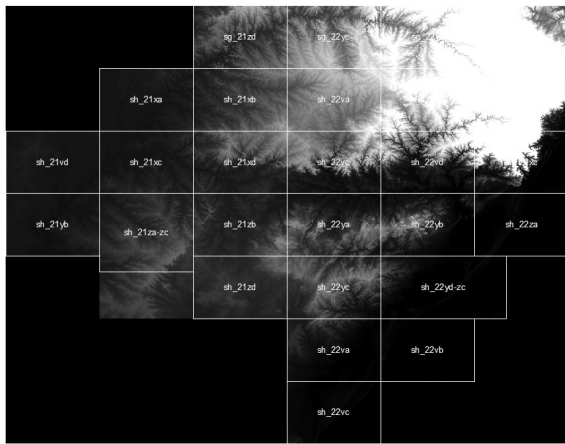


Figura 5 – Mosaico dos MNTs

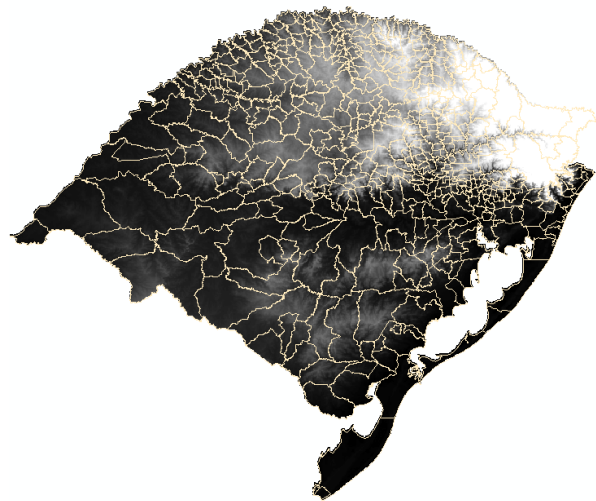


Figura 6 – Recorte do Mosaico com base no *shape* do Estado

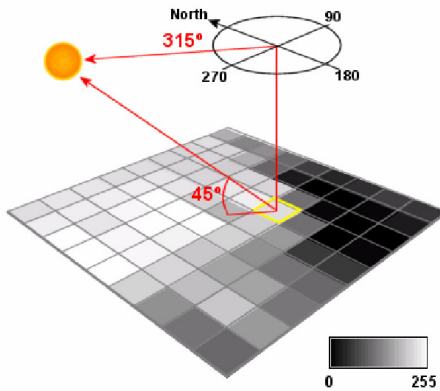


Figura 7 – Ponto de vista do Sombreamento

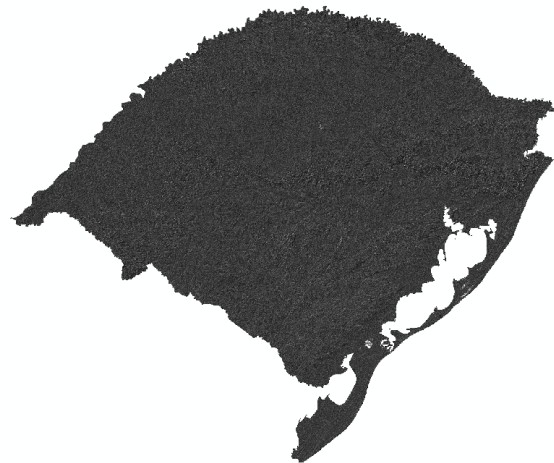


Figura 8 – Hilshade do Estado do Rio Grande do Sul produzido a partir do mosaico dos MNTs

Curvas de nível é uma linha conectando pontos de valor de superfície igual. Curvas de nível revelam a taxa de mudança em valores ao longo de uma área para fenômenos espacialmente contínuos. O resultado é mostrado na figura 9 abaixo.

Declividade ou Slope é a inclinação de uma superfície ou parte de uma superfície. Por ser aplicada à topografia, declividade pode ser útil ao analisar outros tipos de superfícies. Por exemplo, quando a declividade é calculada para uma superfície de precipitação, ela mostra as áreas onde a precipitação está mudando e quão rapidamente elas estão se alterando (“declives” mais acentuados representam alteração mais rápida). Você pode aplicar o cálculo de declividade em análise de erosão ou local de construção. Declividade é calculada como a taxa máxima de alteração em valores entre cada célula e seus vizinhos, pode ser expressa tanto como graus quanto em percentual. A figura 10 mostra a estrutura de cálculo para a declividade e a figura 11 mostra o resultado obtido com base no mosaico de MNTs.

O **aspecto** identifica a orientação ou direção da encosta. Aspecto é a direção de declive de uma célula em relação aos seus vizinhos. Os valores de célula em uma grade de aspecto são direções angulares variando de 0 a 360 graus. Norte é 0 em uma direção horária, 90 é leste, 180 é sul, e 270 é oeste. Às células de grade de entrada que tem declividade 0 (áreas planas) é atribuído o valor -1. O mapa de aspecto gerado para o Estado do RS é mostrado na figura 12.

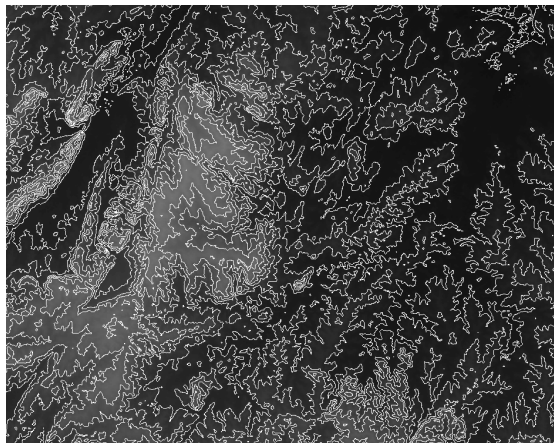


Figura 9 – Curvas nível geradas a partir do mosaico dos MNTs

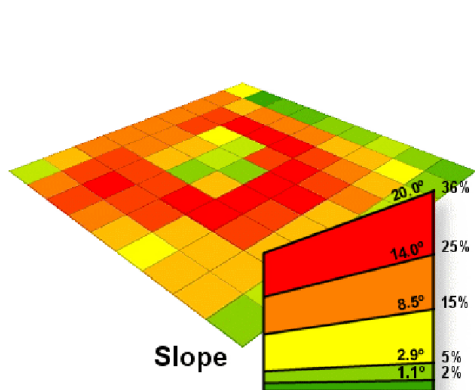


Figura 10 – Estrutura de cálculo para a declividade

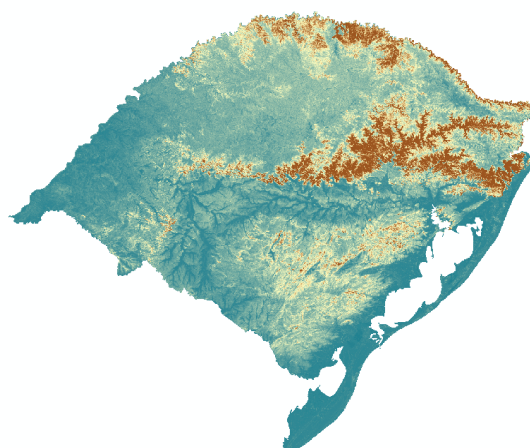


Figura 11 – Mapa de declividade do RS gerado a partir do mosaico de MNTs

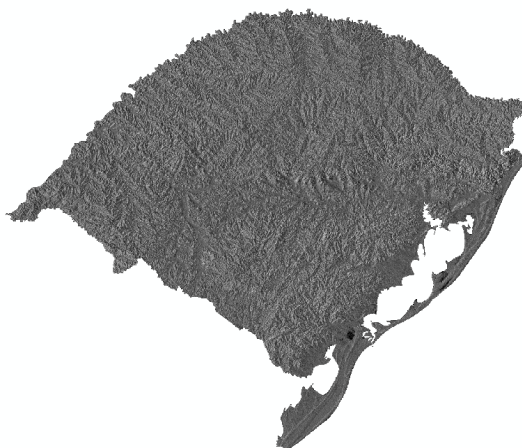


Figura 12 – Mapa de aspecto do RS gerado a partir do mosaico de MNTs

Combinando a elevação com o sombreamento é possível criar um mapa que mostre a elevação e a forma da superfície simultaneamente, como é mostrado na figura 13 e em detalhe na figura 14.

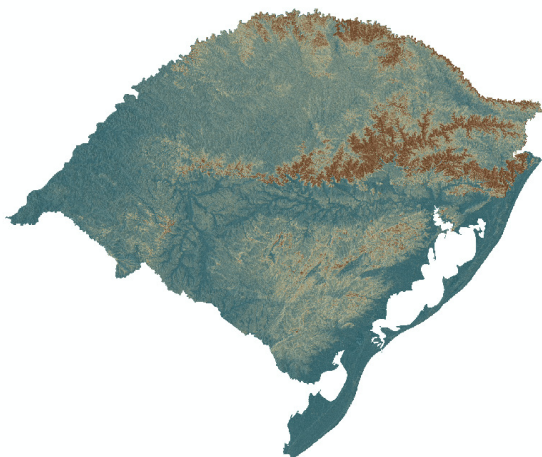


Figura 13 – Vista da elevação combinada com o sombreamento

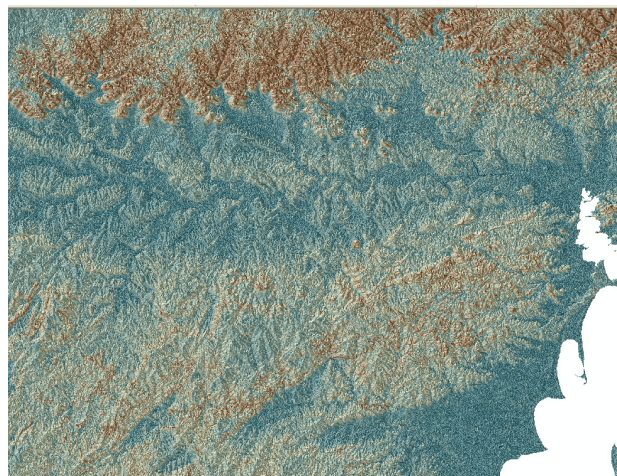


Figura 14 – Detalhe da vista da elevação combinada com o sombreamento

No decorrer do trabalho, as tabelas referentes ao layer de solos serão editadas e nelas acrescentados os tipos de solos, assim como os respectivos horizontes. Os dados sócio-econômicos do Estado, divididos por municípios e setores censitários também serão acrescentados em outros layers para que todos sejam combinados. Juntamente com os demais planos de informação que estão sendo editados nesse momento. Com base nesses cruzamentos poderão então ser calculados os riscos de desabamento de encostas, os prejuízos que isso possa acarretar aos municípios, etc.

4. Conclusões e Previsões

Este projeto está apenas começando, os resultados ainda são preliminares, mas já é possível ter uma noção do quanto este sistema será importante para a previsão de eventos extremos. As tabelas ainda necessitam ser editadas e os dados alfa-numérico precisam ser acrescentados para que as consultadas possam ser realizadas futuramente. Diversos dados serão acrescentados, como por exemplo, localização das estações meteorológicas do INMET, de todos os tipos, assim como os dados associadas a elas. Além disso, serão acrescentados os produtos de NDVI e composições de máximo valor de NDVI, gerados pelo CEPSRM/UFRGS, simulações do BRAMS, imagens de saldo de radiação. Lembrando que o último produto citado é de grande importância para a agricultura, pois é uma variável básica na estimativa da evapotranspiração e para o cálculo do balanço hídrico, que são essenciais para a utilização racional dos recursos hídricos (Santos et al., 2007).

Após o término da implementação desse sistema será possível a geração de inúmeros mapas individuais, levando em conta apenas um único plano de informação, assim como mapas resultantes do cruzamento de vários planos. Além disso, o sistema será disponibilizado na *web*, para que os usuários possam fazer as consultas em tempo real, o que deixará os processos ainda mais dinâmicos.

5. Referências

Câmara, G. Representação computacional de dados geográficos. In: Casanova, A. M.; Câmara, G.; Jr. Davis, C. A.; <http://www.canilkalyanamitra.com/Britney.htm> inhas, L.; Queiroz, G. R. de, C.(Org.). **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: Editora MundoGEO, 2005. cap. 01, p.11-52.

Druck, S; Carvalho, M. S.; Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA (ISBN 85-7383-260-6), 2004.

Egenhofer, M. Spatial SQL: A Query e Presentation Language. **IEEE Tansaction on Knowledge e Data Engineering**, v.6, n.1, p.86-95, 1994.

Egenhofer, M.; Franzosa R. Point-Set Topological Spatial Relations. **International Journal of Geographical Information System**, v.5, n.2, p. 161-174, 1991.

Hohl, P.. **GIS Data Conversion: Strategies, Techniques and Management**. Clifton Park, NY: OnWorld Press, 1998.

(Kraak, M. J.; Brown, A., **Web Cartography**. London, Taylor e Francis, eds. 2001.

Li, Z.; Zhu, Q.; Gold, C. **Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology**. London: Taylor and Francis, 2004. MacEachren, 2004.

Mather, P. M. **Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction**. New York: John Wiley, 2004.

Monmonier, M. **Mapping It Out: Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences**. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

Santos, T. V.; Matsuoka, J. V.; Alves, G. M.; Fontana, D. C.; Alves, R. M. Balanço da radiação solar utilizando imagens do sensor AVHRR/NOAA. **Ciência e Natura**, Ed. Esp., p. 399-402, 2007.

Tomlin, C. D. **Geographic Information Systems and Cartographic Modeling**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1990.

Tufte, E. **The Visual Display of Quantitative Information**. Chesire, CT: Graphics Press, 1983.