

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO EM UMA REGIÃO. ESTRUTURAÇÃO DO SIG

Ms.Eng.Cart. Gabriel Cremona Parma¹

Eng.Rec.Híd. Susana Vanlesberg²

¹ Doutorando Engenharia Civil, área Gestão Territorial e Cadastro Técnico, UFSC, SC, Brasil. Prof. da Universidade Nacional do Litoral, Santa Fé, Argentina - gcremona@confluencia.net

² Mestranda em Engenharia em Recursos Hídricos nas áreas de planícies, UNR, Santa Fé, Argentina. Prof. da Universidade Nacional do Litoral, Santa Fé, Argentina - suvan@fich1.unl.edu.ar

RESUMO

Um problema usual da gestão territorial é a estruturação de um Sistema de informação Geográfica para o gerenciamento das informações espaciais. O alvo principal deste trabalho é demonstrar como pode se estruturar um SIG para a gestão de uma região no marco de um projeto de pesquisa acadêmica relacionada com variáveis hidrológicas, como são os dados de precipitações diárias nas estações de coleta de uma região, e com esses dados e a ajuda do SIG, testar diferentes metodologias para a determinação da precipitação média da área e planejar qual é a melhor distribuição espacial das estações.

Palavras-chave: SIG, Estruturação, Hidrologia.

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR TOOLS ANALYZES OF PRECIPITATIONS ON REGION. GIS STRUCTURING OF GIS

ABSTRACT

Usual problem of the territorial management is the structuring of a Geographic Information System for the management of the space information. The main target of this work is to demonstrate as a GIS for the management of a region in the landmark of a project of related academic research with hydrological variable can be structuralized as they are the daily precipitation data in the stations of collection of a region, e with these data and the aid of the SIG, to test different methodologies for the determination of the precipitation measured of the area and to plan which is the best space distribution of the stations.

Keywords: GIS, Structuring, Hidrologic

1. INTRODUÇÃO

Um problema usual da gestão territorial é a estruturação de um Sistema de informação Geográfica para o gerenciamento das informações espaciais. O presente trabalho apresenta a estruturação do SIG (sistema de informações geográficas) para apoio na tomada de decisões no marco de um projeto de pesquisa da área hidrologia da Faculdade de Engenharia e Ciências Hídricas da Universidade Nacional do Litoral, Santa Fé, Argentina.

1.1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO MARCO

O projeto de pesquisa indicado desenvolve-se no marco dos projetos “CAI+D 2002: programa de incentivo à pesquisa e desenvolvimento científico” da Universidade Nacional do Litoral e do Ministério de Educação e Cultura da República Argentina. E o título do mesmo é: “Contraste de metodologias para a determinação da precipitação média numa área”.

Estimar a precipitação média de uma área de interesse para uma determinada tormenta ou para um período de tempo a partir dos dados de algumas estações é necessário para outras aplicações hidrológicas. Neste sentido, métodos simples devem de considerar a distribuição dos pluviômetros, as influências

topográficas e a representatividade da área de amostragem. O problema básico de se planejar uma rede de estações pluviométricas consiste em se obter o número N de estações e a localização delas para obter a melhor estimativa estatística possível da verdadeira precipitação média areal.

Assim, como objetivos principais do projeto de pesquisa, podem-se indicar:

- A. Testar diferentes métodos para determinar a estimativa da precipitação média areal, nesse sentido, os métodos a testar são:
 - 1) “Teoria dos campos paramétricos contínuos”, baseado em supor uma estrutura de correlação espacial circular decrescente exponencialmente num meio de propriedades isotrópicas.
 - 2) “Aproximações de Kriging”, método que permite a determinação do mínimo número de estações de observações, por minimização da variância ou pelo uso de um critério múltiplo de toma de decisões.
 - 3) “Método de minimização ou simulação de Anneling”, o que permite aprimorar o desenho ótimo da rede de estações; o método trabalha baseado numa analogia entre o desenho das estações e o processo de temperado de metais.
- B. Contatar os resultados obtidos dos três métodos indicados em A. para definir qual deles aplicar em função da bondade da estimativa obtida.
- C. Redefinir a rede de estações baseado nos resultados obtidos do contraste de métodos.
- D. Utilizar as ferramentas SIG para a espacialização e avaliação dos dados e resultados obtidos.

2. ÁREA DE ESTUDO.

À área de estudo do projeto fica localizada no norte da província de Santa Fé (Figura 1), República Argentina. A zona abrange uma área de 54.000 km² e seus limites são (Figura 2):

Norte: paralelo 28°S

Sul: paralelo 30°S

Oeste: limite com a Província de Santiago do Estero

Leste: Estrada Federal RN11



Figura 1 – Localização da área de estudo.

Fonte: [http://encarta.msn.com/map_701516312/Santa_Fe_\(Argentina\).html](http://encarta.msn.com/map_701516312/Santa_Fe_(Argentina).html)

Adaptado: Gabriel Cremona Parma



Figura 2 – Localização regional da área de estudo.

Fonte: [http://encarta.msn.com/map_701516312/Santa_Fe_\(Argentina\).html](http://encarta.msn.com/map_701516312/Santa_Fe_(Argentina).html)

Adaptado: Gabriel Cremona Parma

3. MATERIAS

3.1 – DADOS CARTOGRÁFICOS

Os dados de base para a realização do SIG foram a Cartografia Oficial da República Argentina a Escala 1:250.000 do norte da Província de Santa Fé, em formato digital de exportação ArcInfo (ESRI).

A Cartografia Oficial é desenvolvida e gerenciada pelo IGM, Instituto Geográfico Militar, organismo responsável legal de todo o mapeamento sistemático do País; desde 1879, originado a partir da Oficina Topográfica Militar, criada por conta da necessidade de mapeamento do território para as campanhas militares é na atualidade regulamentada pela lei 12696 conhecida como “lei da Carta” datada de 1943 e atualizada pelas leis 22.963 e complementar 24.943 datada de 1983. Site oficial do IGM: <http://www.igm.gov.ar/institucional/institucional.htm>

As cartas utilizadas foram as cartas sistematizadas numeros 2960I, 2960II, 2960III, 2960IV, 2963II e 2963IV (Figura 3) a escala 1:250.000.

As camadas aproveitadas são as correspondentes à:

- Limites administrativos;
- Estradas nacionais, provinciais e vizinhas;
- Hidrografia.

3.2 – DADOS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS:

Séries históricas de registros pluviométricos de 27 estações climáticas dos anos 1962 ao 1992 (Figura 4), completando 31 anos de registros diários, totalizando 12.054 registros por estação e 325458 dados totais a processar.

As fontes destes dados são: o Conselho Federal de Investimentos (CFI) e o Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) ambos da República Argentina. Sites oficiais: <http://www.cfired.org.ar/> e <http://www.inta.gov.ar/>, respectivamente.

Estes dados de chuva são o principal dado a se processar estatisticamente e mapear os modelos digitais obtidos do processamento com os diferentes métodos de interpolação indicados.

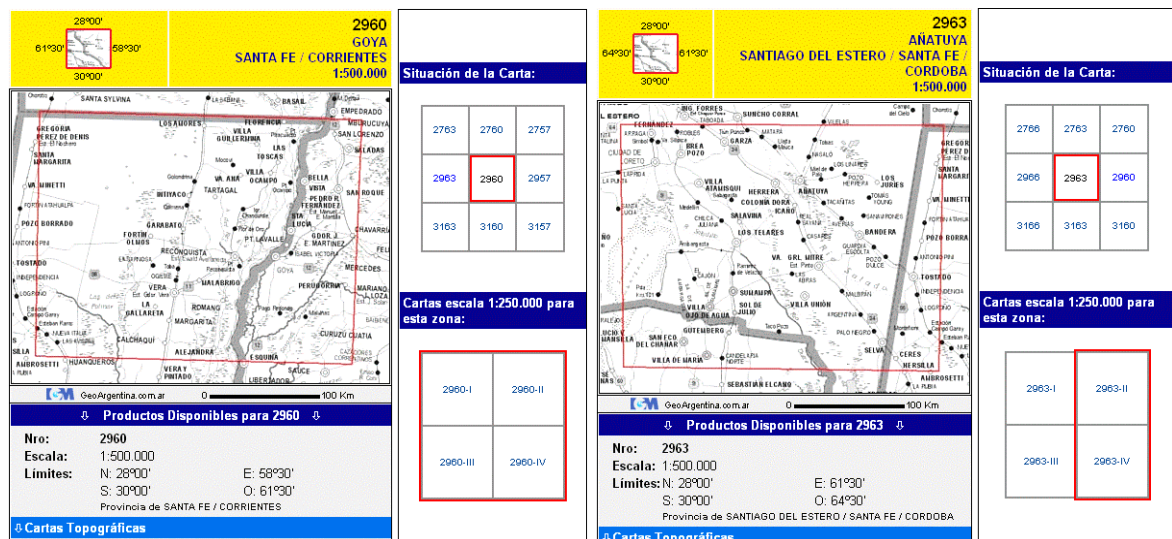


Figura 3 – Localização cartas IGM 1:250.000.

Fonte: <http://www.geoargentina.com.ar/cartastopograficas.asp>

Adaptado: Gabriel Cremona Parma

3.3 – SOFTWARE UTILIZADO

O programa para gerenciamento do SIG utilizado foi o ArcGIS da ESRI (site oficial: <http://www.esri.com>). É um SIG integrado, formado por um conjunto escalável de softwares que compartilham a mesma arquitetura de componentes. ArcGIS é uma família de produtos que dão forma a um GIS completo, construído sob padrões industriais que oferecem alta capacidades e simplicidade de uso.

O ArcGIS está composto por 3 softwares:

- ArcGIS Desktop, para entrada, edição, consulta, visualização e análise de geo-dados;
- ArcSDE, como servidor de dados espaciais, vincula o SIG e um SGBDR; é
- ArcIMS, para a distribuição de dados e serviços geográficos na Internet;

Em quanto o ArcGIS Desktop, tem três níveis, o ArcView, ArcEditor e ArcInfo, os que sempre compartilham as mesmas aplicações de base, a mesma interface e os mesmos conceitos operacionais, sendo diferentes nas suas capacidades operacionais, sendo o mais simples o ArcView e o mais completo, o ArcInfo. Para este trabalho em particular, foi utilizado o ArcInfo na sua versão 8.3

Pode se aumentar a sua capacidade por meio das extensões ou programas criados para cumprir alguma tarefa específica não contemplada pelo programa de base. Estas extensões podem ser da própria empresa ESRI ou de programadores independentes, já que a linguagem de programação é Microsoft Visual BASIC for Applications.

Na criação e análise dos modelos digitais de terreno neste trabalho são usadas as extensões ArcGIS Spatial Analyst, 3D Analyst e GeoStatistical Analyst.

4. PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA ADOTADA:

Pelo fato de se estar trabalhando com os dados da cartografia oficial, adotou-se como sistema final de apresentação dos dados o sistema de coordenadas cartográficas legal da República Argentina, Sistema Gauss-Kruger, fuso 5, com meridiano central 60°W.

Ainda os dados ficam em longitude e latitude, para assim poder fazer as mudanças de sistemas de projeção que sejam necessárias para alguns processos em particular, por exemplo, a determinação de áreas de polígonos, pois o sistema Gauss-Kruger é um sistema de coordenadas isógono, ou seja, só respeita ângulos, e tem pequenas deformações em áreas e distancias.

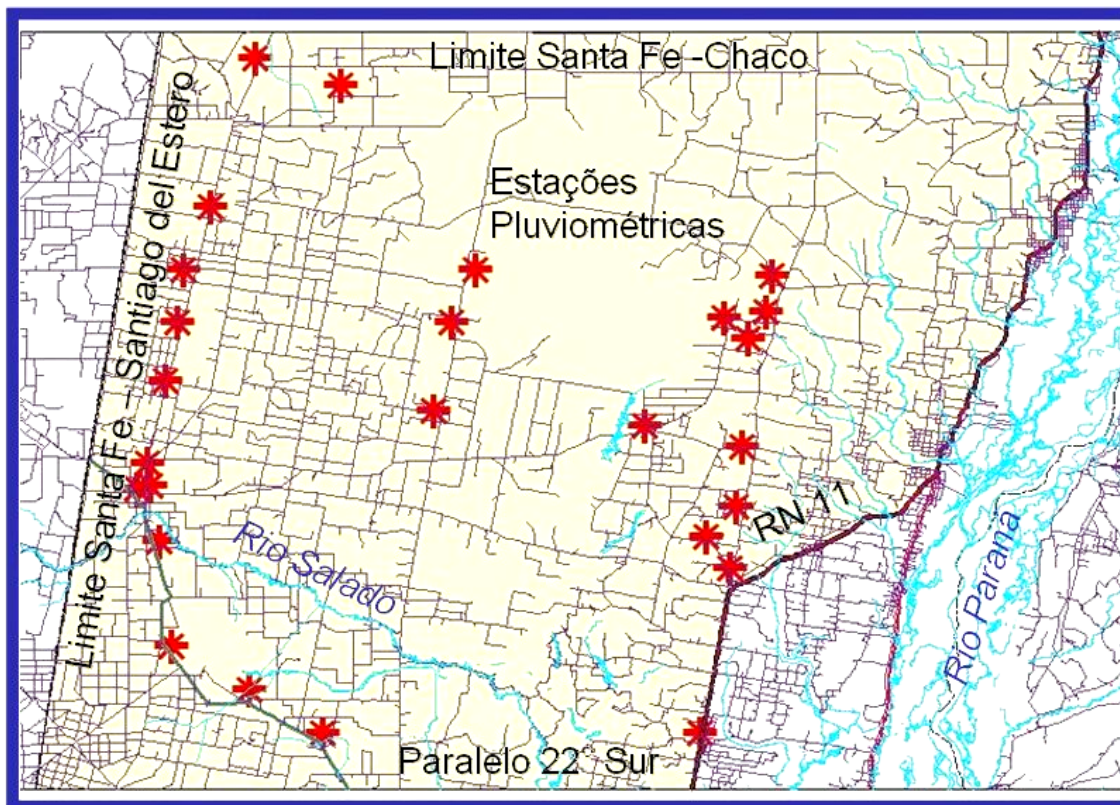


Figura 4 – Estações pluviométricas da área de estudo.

5. ESTRUTURAÇÃO DO SIG

5.1 – OS QUATROS UNIVERSOS.

De acordo com Câmara, no livro “Introdução à ciências. da geoinformação” publicado pelo IMPE [CAMARA, 2004] trabalhando na estruturação com o conceito dos quatro universo pode-se resumir relativo a estos universos de trabalho que:

- O universo do mundo real responde as entidades da realidade a serem modeladas;
- O universo conceitual, tem a ver com a definição formal das entidades;
- O universo de representação, é relativo as diferentes representações geométricas; e
- O universo de implementação, tem a ver com as estruturas de dados e algoritmos.

Assim, pode-se indicar que para este caso, o mundo real a modelar responde as seguintes variáveis:

- Limites administrativos
- Departamentos (estrutura administrativa supra municípios)
- Estradas
 - Nacionais
 - Provinciais (estaduais)
 - Vicinais
- Rede hidrográfica
- Rede ferroviária
- Estações pluviométricas, com os dados diários da serie histórica.
- Área de influencia de cada estação, determinada por meio dos polígonos de Thiessen o Voroni.
- Modelos digitais de distribuição de chuva, em andamento, sem definição ainda dos modelos a serem utilizados.

5.2 – DESCRIÇÃO SINTÉTICA DOS QUATRO UNIVERSOS PARA CADA VARIÁVEL

LIMITES ADMINISTRATIVOS

Real	Limite administrativo
Conceitual	Geo-objeto Deve delimitar e identificar os diferentes departamentos vizinhos
Representação	Linhas e tabelas de atributos Jurisdição, estado atual, departamento, folha IGM
Implementação	Estrutura arco-nó com base de dados vinculada Formato geodatabase arc-info

ESTRADAS

Real	Rede viária implantada na área em estudo
Conceitual	Geo-objeto Deve poder identificar as diferentes categorias de caminhos e sua transitabilidade.
Representação	Linhas e tabelas de atributos: Tipo, nome, jurisdição, classe, província, folha
Implementação	Estrutura arco-nó com base de dados vinculada Formato geodatabase arc-info

REDE HIDROGRÁFICA

Real	Rede hidrográfica hasta nível de córregos.
Conceitual	Geo-objeto Deve poder identificar as empresas, largura e província.
Representação	Linhas e tabelas de atributos: Nome, largura, província, folha
Implementação	Estrutura arco-nó com base de dados vinculada Formato geodatabase arc-info

REDE FERRO-VIÁRIA

Real	Rede ferroviária histórica.
Conceitual	Geo-objeto Deve poder identificar rios, córregos, etc e a navegabilidade
Representação	Linhas e tabelas de atributos: Tipo, nome, regime, navegabilidade, província, folha
Implementação	Estrutura arco-nó com base de dados vinculada Formato geodatabase arc-info

ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

Real	Coordenadas dos Pontos das estações pluviométricas
Conceitual	Geo-objeto Deve poder identificar as coordenadas geográficas da estação, seu nome, e dados históricos da chuva diária
Representação	pontos e tabelas de atributos: Localidade, longitude, latitude, e dados de chuva na serie histórica dos anos 1960 a 1992
Implementação	Estrutura de pontos 2D com base de dados vinculada Formato geodatabase arc-info e tabelas de dados relacionada com os dados da serie histórica.

Observação: Atributos de chuva diária em etapa de processo estatístico para seu correto analises.

ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS ESTAÇÕES

Real	Área de influencia de cada estação pluviométrica
Conceitual	Geo-objeto Deve definir a área de trabalho e validade dos dados de cada estação de tomada de dados.
Representação	polígonos e tabelas de atributos: Nome (estação), coordenadas do centroide, área
Implementação	Estrutura polígono arco-nó com base de dados vinculada Formato geodatabase arc-info

geodatabase arc-info.

MODELO DIGITAL DE TERRENO

Real	Área de influencia de cada estação pluviométrica e MNT interpolado segundo os métodos a testar
Conceitual	Em processo de pesquisa para se decidir ainda a melhor representação para se trabalhar com ele.
Representação	Em processo...
Implementação	Em processo...

Observação: dados ainda em etapa de processamento.

5.3 – ESTRUTURA DAS PASTAS E ARQUIVOS DE TRABALHO

Uma outra parte da estruturação dum SIG tem que ser a organização dos arquivos de trabalho no computador. Esta organização foi feita com a seguinte estrutura de pastas e subpastas.

Pasta e arquivos principais do SIG:

..\SIGPRENOSFE

Arquivos:

sigprenosfe.mxd: projeto ArcGIS;
sigprenosfe.pmf: Projeto ArcReader, para visualizador livre disponibilizado na Internet.
Site Internet: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcreader/index.html>

Pastas internas de organização dos dados e informações:

..\SIGPRENOSFE\01-IGM

Dados vetoriais das cartas IGM 1:250.000

Arquivos:

Caminos.*: estradas;
Ferrocarril.*: ferrovias;
Hidrografia.*: rede hídrica
Limites.*: limites administrativos oficiais

..\SIGPRENOSFE\02-ESTACIONES

Dados das estações pluviométricas

Arquivos:

Estaciones.*: estações pluviométricas
Registros.xls: tabela de registros da série histórica e coordenadas

..\SIGPRENOSFE\03-MODELOS

Modelos digitais e polígonos de Thissen

Arquivos:

Voroni*.* polígonos de voronis para cada conjunto de estações estudadas
MDT1-NN.*: modelos digitais pelo método 1 de análises para NN estações analisadas;
MDT2-NN.*: modelos digitais pelo método 2 de análises para NN estações
MDT3-NN.*: modelos digitais pelo método 2 de análises para NN estações

..\SIGPRENOSFE\04-GENERAL

Limites da área de estudo, das cartas e do mapa de trabalho

Arquivos:

Limite_área.*: limite área de estudo
Limite_IGM_250k.*: limite cartas IGM 250.000.
Limite_mapa.*: limite impressão dos mapas de saída.

..\SIGPRENOSFE\05-MAPAS

Arquivos dos mapas para impressão em formato PDF.

Arquivos:

Mapa_base.pdf: mapa de base, escala 1:1. 000.000, formato papel A3.

6. RESULTADOS PARCIAIS

De acordo com todo esta estruturação, se obteve como primeiro produto um SIG para iniciar as análises espaciais e temporais que os especialistas em hidrologia do projeto necessitam para avaliar o objetivo

principal da pesquisa.

Na Figura 7 pode-se observar uma vista geral do SIG no ambiente de desenvolvimento ArcGIS, á direita a lista de temas envolvidos no SIG e sua classificação e simbolização. No caso da Figura 8, observar-se a tabela de atributos associada com os pontos de estações pluviométricas.

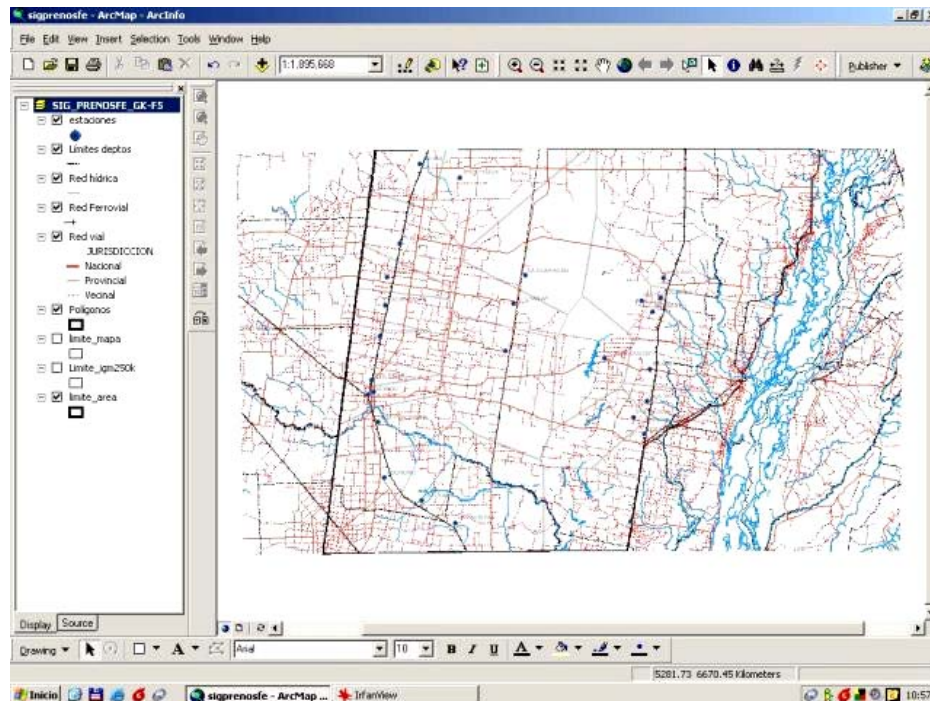


Figura 7 – SIG, vista geral.

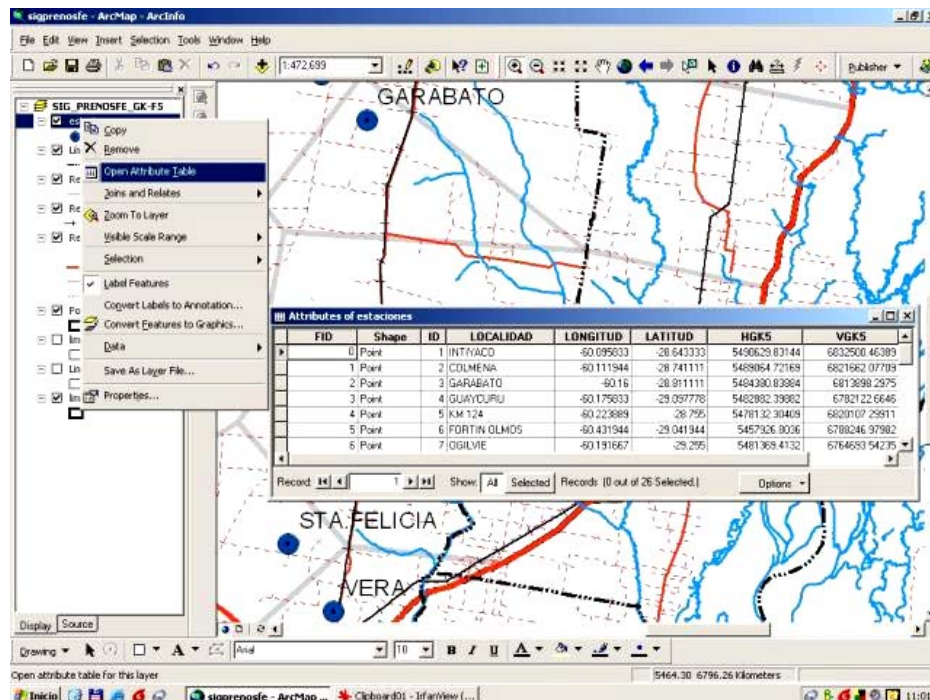


Figura 8 – SIG, vista tabeela de atributos.

Na Figura 9 se observa a possibilidade do software de mudar a forma de classificação dos atributos e trocar a simbologia de cada classe seleccionada.

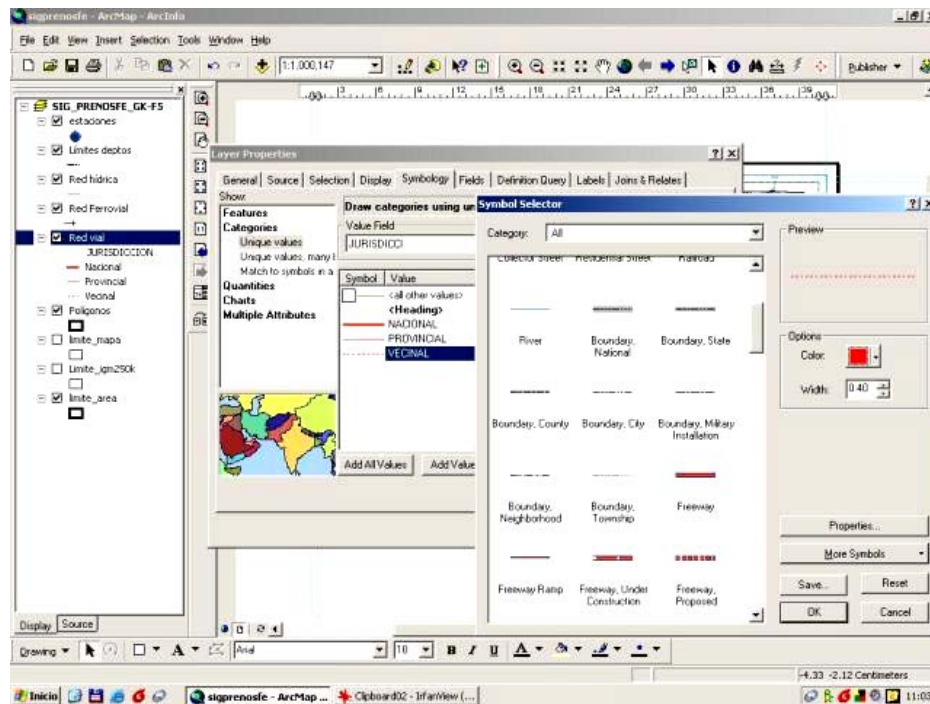


Figura 9 – SIG, classes e simbología.

É finalmente, na figura 9, pode-se apreciar o layout de impressão com sistema de coordenada duplo (projeção cartográfica e coordenadas geográficas) legendas, norte, escala gráfica e identificação do mapa.

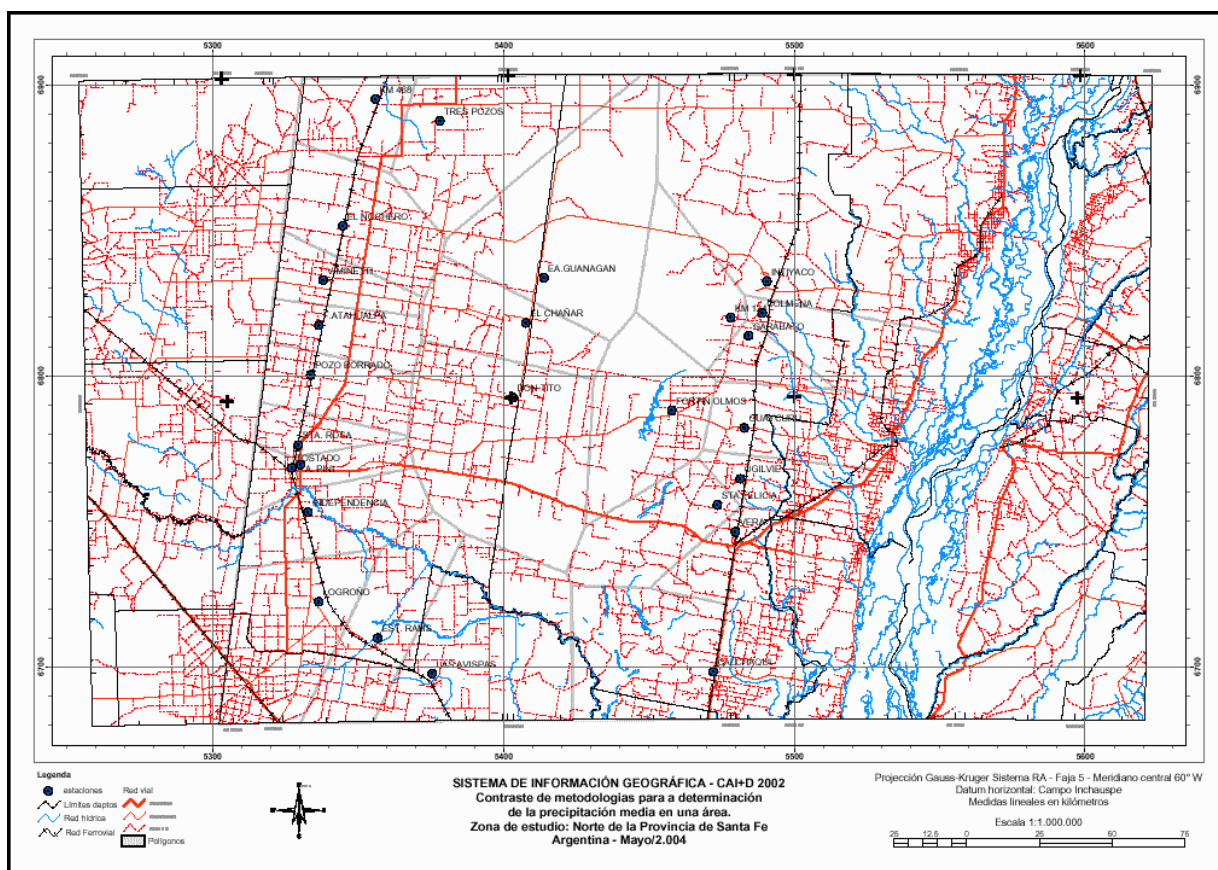


Figura 9 – SIG, Layout de impressão.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS NO ÂMBITO DO SIG

7.1. Conclusões desta primeira etapa de geração do SIG

Se obteve um SIG da região norte da Província de Santa Fé, República Argentina para gerenciar as informações relativas a estimación da precipitação media de uma área, o que permitira, ainda de testar as

metodologias propostas de modelagem matemática da chuva, planejar a melhor distribuição espacial das estações pluviométricas.

A partir de este primeiro produto cartográfico pode-se iniciar a primeira pré-seleção das estações que formará parte efetiva da pesquisa, podendo evitar aquelas que só apresentam dados redundantes por sua localização ou proximidade, este primeiro análise é feito em base aos polígonos de Voroni e a qualidade dos dados das estações. Ainda pode-se fazer o estudo da acessibilidade de campo tendo os dados das estradas e rios da região para ter uma outra variável na seleção das melhores estações de toma de dados.

7.2. Trabalhos futuros no âmbito do SIG

IA Partir de esta pre-seleção das estações é baseado na modelagem estatística dos dados de chuva, analisar-se-á por médio da geração de modelos digitais do terreno as diferentes técnicas em avaliação para concluir as vantagem e desvantagem de cada uma delas e os casos onde podem ser utilizadas e aonde não podem.

O processo consistirá basicamente em definir distintos grupos de estações, criar os polígonos de Thiessen, gerar o modelo digital do terreno, com as duas técnicas de interpolação em avaliação, para cada configuração geográficas das estações e concluir por comparação destas quando resultarem a quantidade mínima de estações que permitam obter o valor da precipitação media da área em estudo com cotas de erros aceitáveis e prefixadas para o trabalho.

8. BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA

- BOSQUE SENDRA, J.; **Sistemas de Información Geográfica**. Madrid, España: Ediciones Rialp, 1997.
- BRAS, R. F.; RODRIGUEZ ITURBE I.; **Network design for the estimation of areal mean rainfall events**. Water Resource Res.12 (6), USA. 1976.
- CÂMARA, G, et al; **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPRE, Brasil, 2004. Sitio Internet: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>
- DUTTA, D.; et.al.; **Design and Optimization of a Ground Water Monitoring System using GIS and Multicriteria Decision Analysis**. GWMR, USA. 1998.
- FOOTE, K.; LYNCH, M.; **Geographic Information System as an integrating technology: context, concept an definitions**. Department of Geography, University of Colorado. Geographers's Craft Project. 2000. Sitio Internet: http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/intro/intro_f.html
- HUGHES, J.; LETTENMAIER L.; **Data requeriments for kriging: estimation and network design**. Water Resource .Res. 17 (6), USA. 1981
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi; **Conceptos básicos sobre Sistemas de Información Geográfica y Aplicaciones en Latinoamérica**. Bogotá, Colombia: GRÁFICAS COLORAMA, 1995.
- KIRPATRICK, S.; et.al; **Optimization by simulated annealing**. Science 220 (4598), USA. 1998.
- KÖRNER, A.; GONZÁLEZ LEIVA, P.; **Cartografía temática**. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 1988.
- OEA Organización de Estados Americanos; **Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado**. 1993. Sitio Internet: <http://www.oas.org/usde/>
- PARDO IGÚSQUIZA, E.; **Optimal selection of number and location of rainfall gauges for areal rainfall estimation using geostatistics and simulated annealing**. Journal of Hydrology 210, USA 1998.
- ROBINSON, MORRISON et al. Elements of Cartography. Ed. Jhon Wiley & Sons, Inc, Washington, EEUU. 1995.