

**IAC**  
**INSTITUTO AGRONÔMICO**  
**PÓS-GRADUAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO**

**BALANÇO HÍDRICO NO ESTADO DE**  
**SÃO PAULO: GEOINFORMAÇÃO NA**  
**INTERNET**

**EDUARDO CAPUTI**

**Campinas, SP**

**2006**

**INSTITUTO AGRONÔMICO**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**  
**E SUBTROPICAL**

**BALANÇO HÍDRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO:**  
**GEOINFORMAÇÃO NA INTERNET**

**EDUARDO CAPUTI**

**Orientador: Dr. Orivaldo Brunini**  
**Co-Orientador: Dr. Ivo Pierozzi Júnior**

Dissertação submetida como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em**  
Agricultura Tropical e Subtropical  
Área de Concentração em Gestão de  
Recursos Agroambientais.

Campinas, SP  
Julho 2006

Ficha elaborada pela bibliotecária do  
Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agronômico

C255 Caputi, Eduardo  
Balanço hídrico no Estado de São Paulo: geoinformação na Internet /  
Eduardo Caputi - Campinas, 2006.  
138 fls.

Orientador: Dr. Orivaldo Brunini  
Co-orientador: Dr. Ivo Pierozzi Júnior  
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)  
- Instituto Agronômico

1. Balanço hídrico - geoinformação. 2. *MapServer*. 3. SIG. 4. SSD.  
5. *WebGIS*. I. Brunini, Orivaldo. II. Pierozzi Júnior, Ivo. III. Instituto  
Agronômico. IV. Título.

CDD: 631.45



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA  
DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO AGRONÔMICO  
Pós-Graduação  
Av. Barão de Itapura 1481 Caixa Postal 28  
13001-970 Campinas, SP - Brasil  
(019) 3231-5422 ramal 194  
pgiac@iac.sp.gov.br



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: Balanço Hídrico no Estado de São Paulo: Geoinformação na Internet**

Aluno(a): **Eduardo Caputi**  
Processo SAA nº **18030/05**

Orientador(a): **Dr(a). Orivaldo Brunini**

**Aprovado pela Banca Examinadora:**

**Dr(a). Maria de Cléofas Faggion Alencar**  
Embrapa-Monitoramento por Satélite

**Dr(a). Marcelo Bento Paes de Camargo**  
IAC

**Dr(a). Orivaldo Brunini**  
IAC

Data de Realização: 5/09/2006

**Ana Marla M. A. Lagôa**  
Coordenadora  
Pós-Graduação-Instituto Agrônomo

**INSTITUTO AGRONÔMICO**

Ao Instituto Agronômico e a Embrapa pela  
oportunidade de contribuir para a pesquisa  
agrícola,

**DEDICO**

Aos meus pais, Jair e Neide, que  
sempre acreditaram em mim,

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

- Aos professores e pesquisadores Dr. Orivaldo Brunini (orientador) e Dr. Ivo Pierozzi Júnior (co-orientador), pelas orientações e ensinamentos transmitidos, pelo exemplo de conduta pessoal e profissional e pela longa amizade.
- Aos amigos Carlos Alberto de Carvalho (Calberto) e Tatiana Fagundes (Tati) pelo apoio durante todas as etapas deste trabalho, sem o qual sua conclusão teria sido muito mais difícil.
- Aos amigos Anderson Soares Ferreira, Gabriela Manaia, Giselda Person, Hugo Melo do Nascimento e José Pacheco Dias de Andrade pela amizade, apoio e companheirismo.
- Ao Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica do IAC - Instituto Agrônômico, pela concessão dos dados climáticos utilizados neste estudo.
- Ao Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite, da Embrapa, pelo total apoio concedido durante a realização deste mestrado.
- A todos que contribuíram para que este trabalho pudesse ser um sonho realizado.
- E, acima de tudo, à Deus por nosso bem maior - a vida.

## **BIOGRAFIA**

**Eduardo Caputi** - nascido em 14 de julho de 1969, em Bauru/SP. Bacharel em Análise de Sistemas pela Universidade Metodista de Piracicaba, SP. Estagiou na área de análise e programação de sistemas no Instituto Agronômico de Campinas desenvolvendo vários programas de computador para a área científica. Desde 1990 atua na Embrapa Monitoramento por Satélite, trabalhando nas áreas de análise e desenvolvimento de sistemas, participando de vários projetos de pesquisas relacionados à cartografia digital e gestão territorial, onde destacam-se: "Monitoramento Orbital de Queimadas", "Alternativas para a Prática de Queimadas na Agricultura" entre outros. Atuou ainda como supervisor da área de Tecnologia de Informação. É professor titular e coordenador da Pós-Graduação da área de Tecnologia de Informação do Centro Universitário Sant'Anna em Salto/SP. Em agosto de 2004 ingressou no curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, com área de concentração em Gestão de Recursos Agroambientais, nível de mestrado no INSTITUTO AGRONÔMICO, Campinas (SP), com término em julho de 2006 obtendo o título de Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical.

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>RESUMO</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Gestão Agroambiental .....	4
2.2 Sistemas de Informação .....	6
2.2.1 Categorias dos Sistemas de Informação .....	7
2.2.1.1 Sistemas de Informação Transacionais (SIT) .....	7
2.2.1.2 Sistemas de Informação Gerenciais .....	8
2.2.1.3 Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão (SSDs) .....	11
2.2.1.4 Sistemas de Informação Executivos (SIE) .....	12
2.2.1.5 Sistemas Especialistas (SEs) .....	13
2.3 Ferramentas Computacionais para a Tomada de Decisão na Agricultura .....	14
2.4 Potencialização do Uso de TIs para a Gestão Agrícola .....	15
2.5 O Uso das Ferramentas SIGs no Planejamento e Gestão das Práticas Agrícolas ...	17
2.6 Balanço Hídrico .....	18
2.7 SIG e Aplicações na Área de Gestão Hídrica .....	20
2.8 Programas de Computador de Domínio Público .....	22
2.8.1 Definições: .....	22
2.8.2 Licenças e Categorias: .....	24
2.9 <i>WebGIS</i> .....	27
2.9.1 O Mercado de Servidores de Mapas .....	29
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
3.1 Caracterização Geral da Área de Estudo .....	30
3.2 Suporte Material e Logístico .....	32
3.2.1 Imagem de Satélite .....	33
3.2.2 Cartografia Básica Utilizada .....	36
3.2.3 Logiciais e Aplicativos .....	36
3.3 Etapa 1 - Composição dos Planos de Informação .....	36
3.4 Etapa 2 - Desenvolvimento da Interface Gráfica .....	45
3.4.1 Protocolo de Transferência de Hipertextos .....	45
3.4.2 A Linguagem <i>HTML</i> .....	46
3.4.3 A Linguagem <i>PHP</i> .....	47
3.4.4 O Aplicativo <i>WebGIS</i> .....	49
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
4.1 Ambiente <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo .....	54
4.1.1 Requisitos Funcionais do Aplicativo <i>WebGIS</i> .....	56
4.1.2 Requisitos Não Funcionais do Aplicativo <i>WebGIS</i> .....	59
4.1.2.1 Usabilidade .....	59
4.1.2.2 Desempenho .....	61
4.1.2.3 Segurança .....	62
4.1.2.4 Acessibilidade .....	62
4.2 Pesquisa de Opinião .....	63
4.2.1 Caracterização do Perfil do Público Consultado .....	63



4.2.2 Análise dos Requisitos Não Funcionais do aplicativo <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo .....	64
4.2.2.1 Acesso à Internet .....	64
4.2.2.2 Resolução do Monitor .....	65
4.2.2.3 Quesitos Relacionados à Apresentação .....	66
4.2.2.4 Quesitos Relacionados à Usabilidade .....	67
4.2.2.5 Quesitos Relacionados ao Conteúdo .....	71
4.2.3 Viabilidade do <i>WebGIS</i> como Instrumento de Planejamento .....	71
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	72
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	75
<b>7 ANEXOS</b> .....	83
7.1 Anexo I .....	83
7.2 Anexo II .....	97
7.3 Anexo III .....	102
7.4 Anexo IV .....	127

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Características dos satélites da série SPOT.....	<b>35</b>
<b>Tabela 2 -</b>	Características dos sensores à bordo dos satélites SPOT.....	<b>35</b>
<b>Tabela 3 -</b>	Base de dados do balanço hídrico referente aos pontos de coleta da semana de 30-janeiro a 05-fevereiro-2006.....	<b>39</b>
<b>Tabela 4 -</b>	Requisitos funcionais do <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Composição de um sistema de informação.....	<b>6</b>
<b>Figura 2</b> - Principais funções de um sistema de informação transacional.....	<b>8</b>
<b>Figura 3</b> - Estrutura de funcionamento de um sistema de informação gerencial.	<b>9</b>
<b>Figura 4</b> - Requisição de página dinâmica ( <i>Server-side scripts</i> ).....	<b>28</b>
<b>Figura 5</b> - Imagem do satélite <i>Landsat</i> com o recorte do Estado de São Paulo (Fonte: MIRANDA & COUTINHO, 2005).....	<b>31</b>
<b>Figura 6</b> - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) do Estado de São Paulo (Fonte: CAPUTI, 2005).....	<b>32</b>
<b>Figura 7</b> - Distribuição dos pontos de coleta de dados meteorológicos no Estado de São Paulo (Fonte: CAPUTI, 2005).....	<b>33</b>
<b>Figura 8</b> - Linguagem de formatação de texto - <i>HTML</i> .....	<b>47</b>
<b>Figura 9</b> - Funcionamento das páginas <i>PHP</i> .....	<b>48</b>
<b>Figura 10</b> - Estrutura de funcionamento do <i>MapServer</i> .....	<b>49</b>
<b>Figura 11</b> - Integração entre os servidores <i>Web</i> e <i>MapServer</i> .....	<b>50</b>
<b>Figura 12</b> - Pesquisa de opinião eletrônica para validação do aplicativo <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>53</b>
<b>Figura 13</b> - Aplicativo <i>WebGIS</i> balanço hídrico no Estado de São Paulo apresentando os temas relativos à divisão municipal e temperatura média observada no período de 30/01 a 05/02/2006.....	<b>55</b>
<b>Figura 14</b> - Disposição dos planos de informação (temas) disponíveis no <i>WebGIS</i> .....	<b>57</b>
<b>Figura 15</b> - Requisitos funcionais “Reiniciar” e “Imprimir”.....	<b>58</b>
<b>Figura 16</b> - Requisito funcional “Redimensionar”.....	<b>58</b>
<b>Figura 17</b> - Requisito funcional “Formato do arquivo de saída”.....	<b>58</b>
<b>Figura 18</b> - Requisito funcional “Zoom”.....	<b>59</b>
<b>Figura 19</b> - Representações numéricas indicando a seqüência para a utilização e operação do <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>60</b>

<b>Figura 20</b> - Instruções de uso do <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>61</b>
<b>Figura 21</b> - Estrutura de diretórios do <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>62</b>
<b>Figura 22</b> - Distribuição percentual do tipo de acesso à Internet utilizado pelos entrevistados.....	<b>64</b>
<b>Figura 23</b> - Distribuição percentual da resolução do monitor utilizado pelos entrevistados.....	<b>65</b>
<b>Figura 24</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a apresentação harmônica dos elementos de composição de página ( <i>layout</i> , texto, imagens e ícones) do <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>66</b>
<b>Figura 25</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a harmonia da composição de cores utilizadas no <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>67</b>
<b>Figura 26</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a adequação das instruções de uso disponíveis no <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>67</b>
<b>Figura 27</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a facilidade de localização dos itens do <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>68</b>
<b>Figura 28</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a rapidez de exibição das imagens no <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>69</b>
<b>Figura 29</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a lógica do fluxo das informações no <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>70</b>
<b>Figura 30</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a adequação dos elementos do <i>site</i> (termos e ícones) no <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>70</b>
<b>Figura 31</b> - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a facilidade de entendimento, pelos usuários, da linguagem utilizada na concepção do <i>WebGIS</i> Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.....	<b>71</b>
<b>Figura 32</b> - Distribuição percentual da viabilidade do aplicativo <i>WebGIS</i> ser utilizado como instrumento de planejamento sobre os riscos climáticos das culturas.....	<b>72</b>

CAPUTI, Eduardo. **Balanço Hídrico no Estado de São Paulo: Geoinformação na Internet**. 2006. 138f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Pós-Graduação - IAC.

## RESUMO

A demanda crescente por sistemas de apoio à tomada de decisão (SSD<sup>1</sup>) e de *websites* específicos da área agroambiental, aliada à surpreendente evolução das Tecnologias de Informação (TI), tem tornado possível dispor vários tipos de dados na Internet e vem facilitando o acesso de diversificados públicos, entre eles, os interessados ou envolvidos com gestão agroambiental. Um dos tipos de informação que ganha cada vez mais atenção são as georreferenciadas. Para o Estado de São Paulo, existe uma grande disponibilidade de dados dos parâmetros do balanço hídrico (temperatura média, precipitação, armazenamento, evapotranspiração real, deficiência e excedente hídrico), produzidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO / Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica - CEB do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC. Entretanto, esses dados ainda careciam de um mecanismo de veiculação na Internet que fosse amigável, interativo e que incorporasse a valorização do mapeamento, ou seja, a espacialização das informações. A evolução dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG) e sua integração com a interface *Web* já estão desenvolvidas o suficiente incluindo, neste contexto, os programas de computador de domínio público como, por exemplo, o *MapServer*. O objetivo desse trabalho foi integrar os mapas dos parâmetros do balanço hídrico do Estado de São Paulo, utilizando a ferramenta de gestão de geoinformação *MapServer*, com o propósito de disponibilizá-los na Internet. O desenvolvimento da interface gráfica foi realizada através da linguagem de programação *PHP 4*. A composição final da aplicação *WebGIS* realizou-se com a utilização do *MapServer 4.0*, como sistema servidor de mapas via Internet, integrado ao servidor *Web Apache 2.0.55*, ambos gratuitos e com código fonte aberto. Os resultados obtidos evidenciaram que o aplicativo *WebGIS* produzido é capaz de, com os mapeamentos dos parâmetros do balanço hídrico do Estado de São Paulo, apresentar todos os recursos disponíveis de forma didática e interativa, esclarecendo aos usuários todas as possibilidades que a ferramenta lhe proporciona, estimulando-o à utilizá-la e aplicá-la em todo seu potencial. Além disso, o conjunto de ferramentas de TI utilizado

---

<sup>1</sup> Em inglês: DSS (*Decision Support Systems*)

foi eficaz na construção de um produto dinâmico e de grande interatividade e usabilidade, bem como o *WebGIS* desenvolvido alinou-se às expectativas dos usuários quanto à otimização de tempo, comunicação e fácil recuperação dos dados, nos processos de tomada de decisão.

**Palavras-chave:** balanço hídrico, clima, sistema de apoio à tomada de decisão (SSD), webgis, tecnologias de informação, mapserver, SIG.

CAPUTI, Eduardo. **Water Balance for the State of São Paulo: Geoinformation on the Internet.** 2006. 138f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Pós-Graduação - IAC.

### ABSTRACT

The increasing demand for decision support systems (DSS) and specific websites related to agroenvironmental issues together with the great evolution of the Information Technologies (TI) have made possible to make available data on the Internet facilitating the access to diversified readers, specially those interested or involved with agroenvironmental management. A kind of information that is increasing for more attention each time is the georeferred one. For the state of São Paulo there is a great amount of data about water balance (average temperature, precipitation, storage water in the soil, actual evapotranspiration, water deficit and water surplus) produced by Integrated Center of Agrometeorological Information / Center of Research and Development of Ecophysiology and Biophysics that belongs to the Agronomic Institute of Campinas. However, these data still lack a friendly and interactive mechanism for access through the Internet that incorporated mapping capabilities, that is, spacialization of information. The evolution of Geographic Information Systems (GIS) and its integration with Web interfaces are well developed and we may include in this context, the computer programs of common knowledge, for example the Mapserver. The objective of this work was to integrate maps based on the soil water balance parameters of the State of São Paulo, using the Mapserver as a tool for geoinformation management, intending to make them available easily through the Internet. The development of the graphical interface was done through the programming language PHP 4. The final composition of the WebGIS application was possible with the use of MapServer 4.0 as a serving system of maps through Internet, integrated to the server Web Apache 2.0.55; both are free and have open source codes. Results evidenced that the WebGIS application produced is able to show all the available resources in a didactic and interactive way by using the mappings of water balance parameters of São Paulo, clarifying to the users all the possibilities the tool can provide to them and stimulating the use and the applicability of such tool. Moreover, the set of TI tools used was efficient to the construction of a dynamic product with a great interactivity and usability, at the same time that the WebGIS developed lined up to the expectations of the users about time optimization, communication and easy recovery of the data in the processes of decision taking.

Key words: water balance, climate, decision support system (DSS), webgis, information technology, mapserver, SIG.



# 1 INTRODUÇÃO

As redes de computadores surgiram em função do interesse e da necessidade de compartilhamento de recursos computacionais, equipamentos e, principalmente, da difusão de informações. Na sociedade atual, mais do que em qualquer outra época, é de fundamental importância a transferência rápida e eficiente de tecnologias, conhecimentos e serviços. Inicialmente, o interesse era restrito à comunidade técnico-científica e acadêmica mas, em muito pouco tempo, a *World Wide Web* (WWW) revelou-se também um importante veículo de mídia e de entretenimento, absorvendo estratégias de mercado e de publicidade, transformando-se também num inovador e significativo mecanismo de interesse econômico (PIEROZZI JR *et al.*, 2003).

A Internet, melhor compreendida como uma grande rede de redes, é uma complexa malha de computadores interligados. Por meio dela, cada vez com menos barreiras físicas ou de comunicação, é possível a disseminação ilimitada de conhecimentos, pesquisas e produtos gerados.

Os avanços da tecnologia de informação e dos meios de comunicação, como a Internet, têm tornado possível a utilização de vários sistemas de apoio à tomada de decisão (SSD) na área agrícola, na gestão de recursos hídricos e planejamento ambiental. Simultaneamente, nos últimos anos tem ocorrido um grande aumento do interesse no desenvolvimento de programas de computador com o código fonte aberto, em função da recente e explosiva expansão de seu uso (ARROYO *et al.*, 2003).

Este processo vem se tornando cada vez mais uma importante alternativa econômica e financeiramente viável ao modelo atual de licenciamento de programas de computador e à sua política abusiva de renovação constante de licenças e atualizações de *hardware*. Além disso, os programas de computador com o código fonte aberto passam a ser uma solução para as milhares de cópias de programas piratas que estão em operação pelo Brasil e pelo mundo.

Os programas de computador com código fonte aberto não são propriedades de ninguém, ou seja, não há uma grande empresa de desenvolvimento por trás de sua existência.

A expressão "*open source*" é a que melhor traduz estes programas de computador com código fonte aberto e deve ser utilizada apenas para os programas cujos termos de licenciamento se enquadrem nos quatro tipos de liberdade para os seus usuários, definidas pela *Free Software Foundation*<sup>2</sup> (CAPUTI & PIEROZZI JR., 2005). Muito provavelmente sua única restrição é que eles não podem deixar de serem livres.

Um dos recursos mais importantes de uma sociedade é seu ambiente natural. Nesta área, a fim de obter-se sucesso no processo de tomada de decisões é fundamental dispor de informações geográficas corretas e precisas. Estas informações são muitas vezes provenientes de dados geoespaciais, que descrevem fenômenos reais do ambiente associados direta ou indiretamente à uma posição da superfície terrestre.

Os avanços das geotecnologias, tais como os sistemas orbitais de monitoramento terrestre – novos satélites e sistemas de posicionamento global (GPS), propiciam o aumento da disponibilidade de dados geoespaciais. A utilização desses dados é cada vez maior principalmente em função do crescente interesse por parte da sociedade, governo e organismos não governamentais por questões ambientais e pressões internacionais.

A importância da tecnologia de mapeamentos interativos, através dos SSD, é demonstrada pela extrema facilidade que os dados espaciais são manipulados e analisados.

Nesse contexto, destaca-se a importância do *MapServer* entre os servidores de mapas gratuitos, como programa que oferece ótima funcionalidade e que permite uma ampla variedade de desenvolvimento de aplicações para o uso na Internet, compondo o ambiente *WebGIS* (CARVALHO & PIEROZZI JR., 2004).

O *MapServer* foi desenvolvido pela Universidade de Minnesota em cooperação com a *National Aeronautics & Space Administration* (NASA) e o Departamento de Recursos Naturais de *Minnesota*, recebendo também contribuições do Centro de Informações e Conservação de Solos de *Minnesota* (MAPSERVER, 2005).

---

<sup>2</sup> a) A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito;

b) A liberdade de estudar como o programa funciona e adaptá-lo para as suas necessidades. Acesso ao código fonte é um pré-requisito para esta liberdade;

c) A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar a outra pessoa e

d) A liberdade de aperfeiçoar o programa e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie. Novamente, o acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

O ambiente *WebGIS* pode ser definido como um sistema de informações capaz de manipular, integrar, analisar e disponibilizar informações, na Internet, sem a necessidade de um sistema de informação geográfica (SIG) proprietário.

É importante destacar que o ambiente *WebGIS* não pode ser confundido com um sistema de informação geográfica convencional, especialmente em função das soluções apresentadas por esta tecnologia serem direcionadas para um público diferente da de especialistas da área, bem como são diferentes as formas de abordagem quanto a segurança dos dados, a interação analista-aplicação, a gerência dos dados, a base de suporte para o sistema funcionar, os equipamentos e outros fatores são abordados de maneira diferente entre os dois modelos (MIRANDA, 2002).

A possibilidade de soluções de melhor qualidade às demandas por informações organizadas e tratadas espacialmente, oferecidas pela utilização das TI como suporte amigável no processo de disseminação dessas informações motivou a concepção e desenvolvimento do presente trabalho, cujo objetivo foi integrar os mapas do balanço hídrico do Estado de São Paulo, utilizando a ferramenta de gestão de geoinformação *MapServer* com o propósito de disponibilizá-los, de forma interativa, na Internet. Para isso, as seguintes metas foram estabelecidas:

- a) Reunir e compatibilizar um conjunto de mapas dos parâmetros do balanço hídrico do Estado de São Paulo (temperatura média, precipitação pluviométrica, armazenamento, evapotranspiração real, deficiência e excedente hídrico) desenvolvidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO a serem aplicados ao *MapServer*;
- b) Desenvolver e estruturar a interface gráfica (*layout*, linguagens e banco de dados);
- c) Validar e consistir a arquitetura da informação com especialistas e leigos de modo a disponibilizar a geoinformação na Internet e
- d) Disponibilizar o aplicativo *WebGIS* com os mapas dos parâmetros do balanço hídrico do Estado de São Paulo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Gestão Agroambiental

Gerir é governar, dirigir, direcionar ações em algum sentido. Assim, gestão agroambiental é a implementação de ações que direcionem as atividades agropecuárias na direção de sua melhor integração com o meio ambiente e as paisagens naturais. Dessa noção, advém o conceito de sustentabilidade. A dimensão espacial da sustentabilidade enfoca processos e relações entre diferentes usos da terra, ecossistemas e biótopos, em diferentes escalas de espaço e de tempo. De fato, a gestão agroambiental representa uma contribuição significativa para aumentar a aceitação e uso de conhecimentos ecológicos através do planejamento garantindo, cada vez mais, a comunicação entre os administradores e contribuindo para o aumento do consenso científico e cultural do planejamento sustentável da paisagem. Ecologia e planejamento estão interligados. A ecologia preocupa-se com o funcionamento dos recursos naturais e o planejamento enfoca os usos apropriados para o benefício da humanidade (LEITÃO & AHERN, 2002).

A ecologia de paisagem introduz vários aspectos que são importantes para o planejamento. Um desses aspectos é atenção explícita para a dimensão espacial dos processos ecológicos, proporcionando uma linguagem comum para as fortes interações entre ecologistas e planejadores. Em meados do Século XX, diversas metodologias surgiram em resposta aos desafios do planejamento da área agroambiental, entre eles destacando-se a expansão da área urbana, a necessidade de modelos mais complexos que tratassem as questões ambientais e a necessidade de promover maior participação do público nos processos de planejamento.

FABOS (1985)<sup>3</sup>, citado por LEITÃO & AHERN (2002), menciona o início da utilização de técnicas de gestão cada vez mais quantitativas, por parte dos planejadores, nos anos 50. Nos anos 70, os SIGs surgiram como uma importante ferramenta para planejamento e gestão. Desde 1990, as ferramentas SIGs proporcionam a possibilidade

---

<sup>3</sup> FABOS, J. Gy. **Land-Use Planning**. From global to local challenge. A Downden and Culver book. Environmental Resource Management Series. New York. Chapman and Hall, 1985.

de avaliar diversos cenários alternativos para o planejamento e, assim, promover o planejamento estratégico pró-ativo.

A participação do público no processo de planejamento é essencial para seu sucesso e, segundo DECKER & CHASE (1997), as pesquisas mostram que as pessoas que participam efetivamente nos processos decisórios aceitam melhor os resultados do planejamento. LEITÃO & AHERN (2002) analisaram várias metodologias para o planejamento ambiental que compartilham procedimentos, sendo o mais importante deles o reconhecimento da sustentabilidade como um alvo principal a ser atingido. As etapas de planejamento adotadas poderiam ser agrupadas em 5 pontos:

- Identificação dos alvos e objetivos;
- Análise;
- Diagnóstico;
- Prognóstico e
- Implementação.

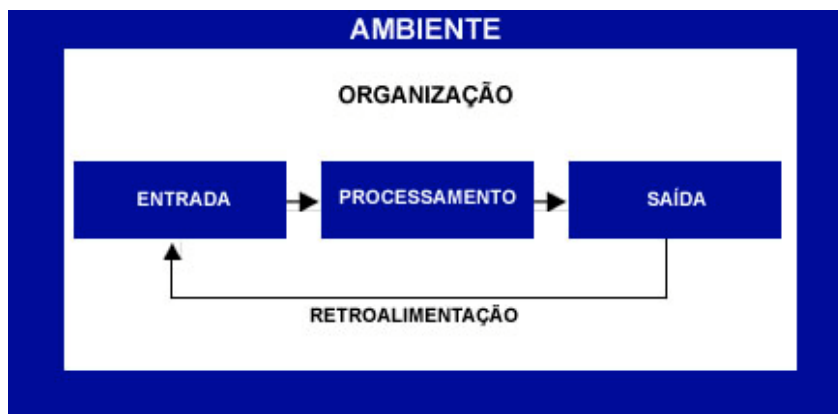
Além disso, algumas metodologias de planejamento incluem ferramentas de modelagem espaciais, SIGs, cenários alternativos, técnicas de simulação, monitoramento e participação do público especializado para auxiliar no processo de planejamento da paisagem.

O objetivo estratégico da gestão de ecossistemas é encontrar um ponto de equilíbrio entre a proteção do meio ambiente, enquanto se é permitido o uso dos recursos naturais para a manutenção da vida humana. A gestão de ecossistemas tem sido adotada como um paradigma filosófico que direciona a área de gestão de florestas nos Estados Unidos. Para desenvolver um bom sistema de gestão de ecossistemas é necessário utilizar as mesmas ferramentas disponíveis que as pessoas utilizam para resolver os problemas mais difíceis: conhecimento, organização, simplificação jurídica e liderança (RAUSCHER, 1999). Ainda, segundo o mesmo autor, a teoria geral dos sistemas de apoio à tomada de decisão (SSD) tem sido desenvolvida e aplicada em numerosos sistemas de gestão de ecossistemas.

O grande desafio é desenvolver um sistema de apoio à decisão na área de gestão de ecossistemas de forma integrada e eficiente.

## 2.2 Sistemas de Informação

Um sistema de informação (SI) pode ser definido como um conjunto de elementos inter-relacionados que interagem para coletar, processar, armazenar, recuperar e distribuir a informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações (LAUDON & LAUDON, 1999). Um SI é composto de três componentes principais (Figura 1) cuja finalidade é converter dados em informação. A retroalimentação torna-se indispensável pois é nesta atividade que o sistema é subsidiado com informações do próprio sistema, podendo ser reutilizada como forma de avaliar e/ou refinar a fase de entrada de dados.



**Figura 1** - Composição de um sistema de informação.

Os SIs computadorizados baseiam-se em definições de dados e procedimentos e são estruturados de forma a resolver problemas e facilitar o processo de tomada de decisões. Não são restritos à simples execução de tarefas, mas devem fornecer informações necessárias aos processos decisórios de forma eficiente e eficaz.

De acordo com REZENDE & ABREU (2000), as principais características dos sistemas de informações são:

- Integrar-se com diversas tecnologias;
- Prover complexos processamentos;
- Gerenciar grande volume de dados e informações;
- Prover suporte ao processo de tomada de decisões e
- Auxiliar na qualidade, produtividade e competitividade organizacional.

Dessa forma será preciso planejamento, organização e qualidade nos SIs como forma de atingir os objetivos necessários.

### **2.2.1 Categorias dos Sistemas de Informação**

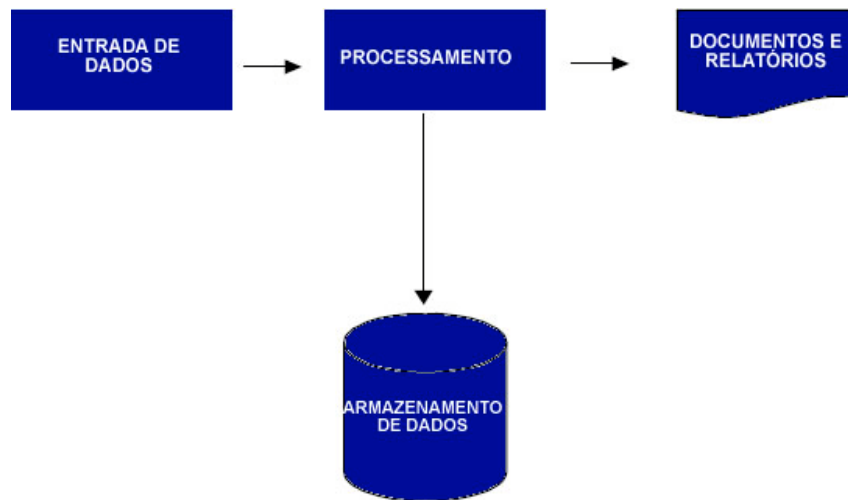
Todas as organizações possuem sistemas de informação com o propósito de auxiliarem no alcance de seus objetivos (AMARAL, 1994). Normalmente são compostos de diversos outros subsistemas com características próprias de acordo com a sua finalidade, tipos de tecnologias utilizadas e nível de processos e pessoas que envolvem.

Dessa forma, entende-se que a expressão “sistemas de informação” pode ser utilizada para definir cada um dos subsistemas da organização como também o sistema de informação de toda organização.

#### **2.2.1.1 Sistemas de Informação Transacionais (SIT)**

De acordo com STAIR (1998), compreender um sistema de informação de transações (SIT) é entender as operações e funções básicas das empresas. Uma transação é qualquer troca relacionada com negócios, com pagamentos a empregados, vendas a clientes e pagamentos a fornecedores. Um SIT é um conjunto organizado de pessoas, procedimentos, bancos de dados e dispositivos usados para registrar transações de negócios completadas.

Possuem como característica principal o suporte as operações básicas da organização como: compras, vendas, produção, cobrança, pagamentos entre outras. Ainda são utilizados pelas organizações, embora tenham sido os primeiros sistemas nelas implantados. Suas principais funções são registrar, atualizar e recuperar informações além de produzir relatórios sobre as operações efetuadas pela organização (Figura 2).



**Figura 2** - Principais funções de um sistema de informação transacional.

De acordo com STAIR (1998), os sistemas de processamento de transação têm inúmeras características, sendo:

- Grande quantidade de dados de entrada;
- Grande quantidade de saída, inclusive arquivos de dados e documentos;
- Necessidade de processamento eficiente para lidar com grandes quantidades de entradas e saídas;
- Alto grau de repetição no processamento;
- Computação simples (a maioria das aplicações exige apenas adição, subtração, multiplicação e divisão);
- Grande necessidade de armazenamento;
- Necessidade de edição para assegurar que todos os arquivos estejam precisos e atualizados;
- Alto potencial de problemas relacionados com segurança e
- Impacto do sistema sobre um grande número de usuários.

### 2.2.1.2 Sistemas de Informação Gerenciais

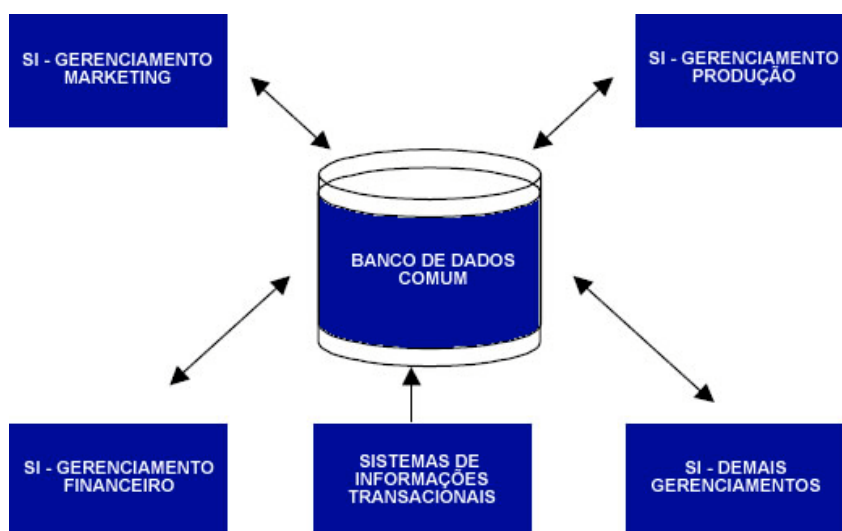
As organizações sempre tiveram algum tipo de sistemas de informação gerencial, mesmo que ele não tenha sido reconhecido como tal. No passado esses sistemas eram



muito informais em sua montagem e utilização. Só com o advento dos computadores com capacidade de processar e condensar grandes quantidades de dados, o projeto dos sistemas de informação gerencial se tornou um processo formal e um campo de estudo (STONER & FREEMAN,1999).

A empresa é um sistema composto de vários subsistemas, os quais devem trabalhar integrados. Para que estes subsistemas funcionem adequadamente, é necessário que exista na empresa, o sistema de informação gerencial.

STAIR (1998) relata que, um sistema de informações gerencial é um agrupamento organizado de pessoas, procedimentos, bancos de dados e dispositivos usados para oferecer informações de rotina aos administradores e tomadores de decisões. Os sistemas de informação gerenciais focalizam a eficiência operacional e fornecem relatórios pré-programados gerados com dados e informações dos sistemas de informação transacionais (Figura 3).



**Figura 3** - Estrutura de funcionamento de um sistema de informação gerencial.

Um aspecto muito importante no conceito de sistema de informação gerencial é que ele deve produzir informações e não dados. Este sistema tem como principal característica transformar as informações sobre as transações, em informações para o uso da gerência da organização. Estas informações são passadas na forma de relatórios bem estruturados com a finalidade de controlar e auxiliar a gerência na tomada de algumas decisões. Quando não há um sistema de informação gerencial sintonizado, o

que se observa é um excesso de dados circulando na empresa e a escassez de informações de grande utilidade. Neste sentido, destaca-se que o sistema de informação gerencial pode proporcionar um suporte administrativo capaz de melhorar os resultados da empresa.

REZENDE & ABREU (2000) afirmam que o sistema de informação gerencial trabalha com os dados agrupados das operações das funções empresariais da empresa, auxiliando a tomada de decisão do corpo gestor ou gerencial das unidades departamentais, em sinergia com as demais unidades.

As informações para o controle podem provocar reavaliações, quando necessárias, aos planos e metas, corrigindo distorções ocorridas contribuindo assim para os futuros planejamentos. Conforme BIO (1985), a essência do planejamento e do controle é a tomada de decisões. Esta por sua vez, depende de informações oportunas, de conteúdo adequado e confiável. Diante desta conclusão, para que os executivos de todas as áreas da empresa, possam tomar decisões, planejar, executar e controlar as atividades da forma mais acertada e objetiva, necessita-se que o sistema seja bem organizado e adequado aos objetivos da empresa.

Os sistemas de informação gerenciais, segundo BIO (1985), podem ser classificados de acordo com seus propósitos fundamentais:

- Sistemas de apoio às operações: Estes sistemas processam as transações recorrentes da empresa, ou seja, aquelas que acontecem com frequência. Eles são divididos em:
  - Processamento de transações: São aqueles sistemas que processam informações como: folha de pagamento, faturamento e contas a receber. Esses sistemas foram os primeiros a serem efetuados, porém isolados, não produzem as informações necessárias a tomada de decisão;
  - Para tomada de decisões voltadas para a operação: Esse sistema propicia informações sobre níveis de estoques, quantidades produzidas, custos etc. Estas informações podem ser comparadas com o planejamento, possibilitando que os operadores possam corrigir desvios, caso estejam ocorrendo.

São sistemas voltados exclusivamente para operadores, por exemplo: comprador, almoxarife, tesoureiro e encarregados de fábrica.

- Sistemas de apoio a gestão: Estes sistemas auxiliam a tomada de decisão na empresa, bem como avaliam seu desempenho.

Segundo a classificação de OLIVEIRA (1993), inclui ainda o sistema de informação gerencial externo, que busca obter informações do ambiente externo à empresa e que podem influenciá-la. Conforme este autor, podem classificar-se em:

- Sistema de informação gerencial defensivo, que é orientado para a obtenção de informações destinadas a evitar surpresas desagradáveis para a empresa. Portanto, este sistema não está procurando desenvolver a empresa;
- Sistema de informação gerencial inativo, que é orientado para a obtenção de parâmetros de avaliação do desempenho da empresa. Este sistema pode ser considerado mais de nível tático operacional do que de nível estratégico;
- Sistema de informação gerencial ofensivo, que é orientado para a identificação de oportunidades de negócios para a empresa e
- Sistema de informação gerencial interativo, que é orientado para a geração de oportunidades de negócios para a empresa.

Nesta classificação, os dois últimos tipos de sistemas, visam buscar oportunidades para a empresa no ambiente externo.

### **2.2.1.3 Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão (SSDs)**

Entende-se por sistemas de apoio à tomada de decisão (SSDs) aqueles recursos que possam servir como instrumento de auxílio nos processos de tomada de decisão (TORRES, 1995).

STAIR (1998), enfatiza que, um SSD é um grupo organizado de pessoas, procedimentos, bancos de dados e dispositivos usados para dar apoio à tomada de decisões referentes a problemas específicos e está focado na eficácia do processo de tomada de decisão. Este tipo de SI é utilizado principalmente por gerentes e sua

aplicação pode ser considerada um importante fator na garantia de sobrevivência da organização.

STONER & FREEMAN (1999) relatam que o SSD é um sistema de computação interativo que é facilmente acessível e operado por pessoas não especializadas em computadores que podem usar o SSD para ajudá-las a planejar e a tomar decisões. Estes autores consideram o SSD ideal aquele que solicita dados de entrada dos usuários e em seguida estimula-os a considerarem todos os pontos fundamentais para a decisão, haja vista que o SSD está ligado à manipulação de informações e não essencialmente ao armazenamento e à recuperação de dados como muitos sistemas de informação gerenciais.

As estruturas dos sistemas transacionais, gerenciais e de apoio à tomada de decisão estão interligadas. Os sistemas de informação transacionais atualizam e recuperam transações, já os sistemas de informação gerenciais utilizam as informações geradas pelos sistemas de informação transacionais, por outro lado, os sistemas de apoio à tomada de decisão acessam tanto as informações internas à organização quanto as externas, além de um modelo do processo decisório (TORRES, 1995).

O SSD diferencia-se do sistema de informação gerencial de inúmeras formas, inclusive pelos tipos de problemas resolvidos, apoio aos dados dos usuários, ênfase e abordagem da decisão e o tipo, velocidade, resultado e desenvolvimento do sistema usado.

#### **2.2.1.4 Sistemas de Informação Executivos (SIE)**

Os sistemas de informação executivos ou SIE visam oferecer a alta gerência da organização o rápido acesso às informações que lhe forem necessárias. Estas informações devem estar apresentadas de maneira simples e amigável, geralmente expostas na forma de gráficos ou imagens para facilitar o processo de tomada de decisão. Conforme FURLAN (1994), esses sistemas apresentam como características principais: eliminar o intermediário entre o executivo e o computador, adaptar-se ao estilo de decisão do executivo, ser de fácil utilização, fornecer uma visão global e precisa da organização, possuir recursos gráficos de alta qualidade para que as informações possam ser apresentadas de várias formas e destaquem exceções e variações, ter a capacidade de visualizar as informações em vários níveis de detalhe.

Um SIE deve proporcionar ao usuário sem conhecimentos em informática o acesso às informações em diferentes níveis, desde o mais abrangente até o seu maior detalhamento. Para tanto, utiliza-se das diversas bases de dados existentes na organização. Este inter-relacionamento possibilita o monitoramento de indicadores de desempenho como por exemplo: indicadores de vendas, de satisfação de clientes, de satisfação dos funcionários, entre outros.

#### **2.2.1.5 Sistemas Especialistas (SEs)**

Os sistemas multi-agentes, também conhecidos por sistemas especialistas (SEs), têm sido empregados no estudo da complexidade ecológica por vários pesquisadores (BOUSQUET & PAGE, 2004). Originalmente, os sistemas especialistas surgiram do campo da Inteligência Artificial (IA) sendo seu principal objetivo o de reproduzir conhecimentos em razão das inúmeras variáveis que são necessárias para a solução dos problemas da área de planejamento.

A IA é o estudo e a criação de máquinas que exibam qualidades semelhantes às humanas, incluindo a capacidade de raciocinar (LAUDON & LAUDON, 1999).

WOOLDRIDGE (1999) define um SE como sendo um sistema de computador introduzido em um ambiente capaz de realizar ações autônomas nesse ambiente, de maneira a alcançar os seus objetivos. Pesquisadores de diferentes campos da ciência utilizam essa metodologia e as ferramentas associadas a ela para a gestão e o planejamento.

AMARAL (1994) afirma que os SEs são aqueles que solucionam problemas complexos que requerem conhecimento especializado em áreas bem definidas. Já para STONER & FREEMAN (1999) os SEs são particularmente relevantes para problemas não estruturados e são mais tolerantes para com os erros e o conhecimento imperfeito do que os programas convencionais. Devido às suas capacidades avançadas, os SEs podem suplantiar muitos tipos de SSDs. Os usuários não precisarão mais desenvolver alternativas baseadas nas informações fornecidas por um SSD mas, em vez disso, estarão prontos a rapidamente avaliar as alternativas e explicações dadas pelos SEs. Estes sistemas têm por finalidade a substituição do homem na solução de problemas mais específicos utilizando para isso, o conceito de IA.

Diferenciar os vários tipos de SIs assume uma importância a medida que estes desempenham papéis e possuem utilidades distintas dentro das organizações. Essas diferenças implicam em atenção e tratamento diferenciados no processo de desenvolvimento dos sistemas de informação (AMARAL, 1994).

### **2.3 Ferramentas Computacionais para a Tomada de Decisão na Agricultura**

Iniciada no Brasil na década de 60, a modernização da agricultura foi marcada pela adoção de insumos mecânicos, químicos e biológicos, estimulada por incentivos governamentais e internacionais. Governos, consultores da área agrícola e, sobretudo, o crescimento do agronegócio têm proporcionado o desenvolvimento de uma grande variedade de programas de computador, cujo objetivo principal é o de ajudar os produtores a gerenciarem a diversidade dos problemas relacionados ao espaço rural. Neste contexto, a informática oferece tecnologia para a gestão de sistemas produtivos existentes e que estão por vir bem como agiliza o processo decisório, permitindo um melhor planejamento das atividades agropecuárias, em busca da otimização da aplicação dos conceitos embutidos nesses sistemas. A tecnologia da informação vem se difundindo no meio rural, nos últimos anos, e verifica-se que ela pode contribuir positivamente nos aspectos econômicos e ambientais.

HOAG *et al.* (2000) descrevem que a informática garante solução para muitos dos problemas e questões relacionados à área agrícola como, por exemplo, a utilização de programas de computador capazes de apoiar os agricultores na determinação correta da dosagem de aplicação de nutrientes ou pesticidas nas lavouras considerando, sobretudo, os impactos econômicos e ambientais. Além disso, os computadores são usados também, com sucesso, na programação automática de irrigação de lavouras, reduzindo custos e auxiliando os agricultores na tomada de decisão.

É certo que os produtores agrícolas estão cada vez mais pressionados a monitorarem o impacto da agricultura no meio ambiente e, nesse sentido, vários programas de computador têm sido desenvolvidos para atender essa crescente demanda que, impulsionada pelo crescente avanço das TIs, proporcionam fantásticas possibilidades para a gestão dos recursos agroambientais principalmente para os agricultores.

NUTHALL (2004) descreve um estudo de caso com agricultores da Nova Zelândia que mede o impacto da adoção de computadores na lucratividade agrícola. De acordo com esse estudo, o uso de sistemas computadorizados não necessariamente aumenta a lucratividade agrícola; entretanto, o autor sugere que, para alguns agricultores, o uso de computadores é útil para as tarefas diárias e até mesmo para o processo metódico de coleta, entrada e interpretação dos dados, tendo um efeito de sinergismo nas tomadas de decisão.

Porém, existe uma constatação: é surpreendentemente elevado o uso da Internet pelos agricultores para aplicações como tomada de preços, acesso a serviços de informações agrícolas e, ainda, como instrumento para registro de dados em tempo real e transmissão de dados para clientes (PARK & MISHRA, 2004).

Para BATTLE (2005), é crescente a expansão do uso de computadores na área agrícola, principalmente através da Internet, que tornou-se uma importante aliada como mecanismo para a recuperação de informações agrícolas e para transações comerciais através do comércio eletrônico.

A administração de uma propriedade rural é dividida em dois grandes segmentos: a gerência das atividades que compõem o sistema produtivo e o planejamento dessas atividades a partir de resultados e índices obtidos com a adoção de modelos de administração (TUNG, 1990). As principais razões para implementar um sistema de gestão agrícola são:

- Um bom planejamento depende de um bom acompanhamento;
- Os sistemas de produção estão mais sedimentados do que os modelos de administração;
- A grande maioria dos produtores brasileiros sequer possui uma forma sistematizada de controle das atividades e
- A automatização da gerência é mais simples e de aplicação mais imediata, pelo fato de ser local, na propriedade.

#### **2.4 Potencialização do Uso de TIs para a Gestão Agrícola**

Na agricultura, como em outras áreas, existe ainda uma necessidade cada vez maior de SSDs que sejam compreensivos, multifuncionais e totalmente capazes de

integrar e utilizar diferentes tipos de conhecimento e informações (GAUTHIER & NÉEL, 1996). Um requisito importante para qualquer sistema de avaliação de práticas agrícolas é um mecanismo capaz de agregar diferentes atividades em um sistema racional e de fácil gerenciamento (LEWIS & BARDON, 1998). De acordo com esses autores, é necessário encorajar cada vez mais os agricultores em práticas sustentáveis, através da utilização de sistemas computacionais práticos para a gestão e planejamento.

Um dos maiores benefícios do uso das TIs nos processos computadorizados para a tomada de decisão é o potencial para superar recursos limitados em termos de tempo, dados e comunicação. As aplicações de tecnologia de informação são particularmente efetivas na solução de problemas que necessitam de um exaustivo processamento de dados e as aplicações na área de gestão de recursos hídricos não são exceções.

No caso particular da gestão de recursos hídricos, conforme ENGEL *et al.* (2003), os SSD têm sido aplicados em muitos segmentos desse tipo de gestão, porém a complexidade e foco no desenho de tarefas específicas têm limitado sua aplicabilidade.

POWER (2005) define um sistema de suporte à decisão baseado em Internet como um sistema computadorizado que fornece informação de suporte à decisão ou ainda, ferramentas de suporte à decisão para um gerente ou analista de negócios, através da utilização de um programa de navegação na Internet como, por exemplo, o *Mozilla Navigator*, *Mozilla Firefox*, *Netscape Navigator* ou o *Internet Explorer*. Segundo ARIAV & GINZBERG (1985), a maioria dos SSD possuem três componentes principais:

- Modelo do sistema;
- Sistema de dados e
- Interface para o usuário.

Entretanto, um SSD que é destinado a usuários sem muita experiência nesses sistemas, deve prever funcionalidades adicionais para ajudá-los a utilizarem e compreenderem os resultados que serão obtidos. Tais funcionalidades trarão resultados mais acessíveis e poderão auxiliar os usuários na análise e entendimento dos resultados.

Para ELLIS *et al.* (2004), as ferramentas computacionais promovem a integração da informação de maneira a facilitar o processo de tomada de decisão, favorecendo o



desenvolvimento, a aceitação, a adoção e os aspectos de gerenciamento da área agroflorestal dos Estados Unidos.

Os SSD baseados em computador podem incluir ainda, bancos de dados, sistemas geográficos de informação, modelos, conhecimentos-base ou sistemas especialistas e sistemas híbridos para a tomada de decisões. Os trabalhos de LIEBIG *et al.* (2004) e NUTE *et al.* (2004) descrevem a importância dos SSD nas mais diversas áreas de gestão, avaliando a relativa sustentabilidade das práticas gerenciais através da utilização de dados ambientais e agronômicos.

## **2.5 O Uso das Ferramentas SIGs no Planejamento e Gestão das Práticas Agrícolas**

A crescente preocupação com a preservação da biodiversidade aumenta a complexidade da área de gestão e novas ferramentas são necessárias, como forma de acompanhar sua dinâmica, bem como conciliar os objetivos relacionados à biodiversidade e a produção econômica (NAESSET, 1997). Essas necessidades coincidem com o desenvolvimento de ferramentas SIGs, contribuindo para um melhor desenvolvimento do planejamento e das práticas de gestão. Os SIGs podem ainda ser considerados um elo de ligação entre as base de dados de recursos naturais e a gestão desses recursos.

São poucos os agricultores que ainda utilizam o verdadeiro poder analítico das ferramentas SIGs e dos modelos computadorizados de simulação. Essas ferramentas tornam possível a integração de dados espaciais dispersos em um banco de dados organizado (RAO *et al.*, 2000). A integração com sistemas de modelagem promovem um imenso potencial como ferramenta de gestão agrícola. Vários componentes de um sistema de agricultura sustentável, incluindo gestão de irrigação, gestão de culturas, gestão de solos e gestão de pragas, podem ser eficientemente planejados.

A agricultura sustentável é definida, de acordo com RAO *et al.* (2000), como um meio de promover mudanças nas práticas agrícolas, através da utilização eficiente dos recursos disponíveis, aumentando a lucratividade da empresa agrícola.

Os modelos computadorizados podem simular os diversos cenários de gestão e planejamento, servindo como alternativas eficientes e relação custo/benefício bastante atrativa. KALITA *et al.* (1992) afirmam que os modelos computadorizados são um importante auxílio na validação de alternativas comparativas e com tempo reduzido de

execução das aplicações servindo, assim, como uma importante ferramenta para as práticas de gestão.

Uma das características importantes dos sistemas de gestão ambiental é que todos os itens como, água, solo etc., possuem distribuição espacial e como essa distribuição afeta consideravelmente sua dinâmica, os sistemas de informação geográficos estão emergindo como uma importante ferramenta de gestão.

DANGERMOND (1991) afirma que o SIG foi desenvolvido para capturar, manipular, processar e exibir informações espaciais ou georreferenciadas. Um ponto importante da modelagem é o de associar a tecnologia SIG com as outras ferramentas, como os modelos de engenharia e os modelos de análise local. Essa tecnologia oferece aos agricultores potencial auxílio na determinação das relações entre causas e efeitos da gestão e produção e permite acompanhar diferenças espaciais e temporais de determinadas culturas, por exemplo.

## **2.6 Balanço Hídrico**

A produção agrícola está diretamente ligada às condições climáticas podendo, desde a época de plantio até a colheita, ser substancialmente afetada por elas. O manejo racional através da implementação de técnicas conservacionistas do solo e da água é imprescindível para a sustentabilidade, de forma a manter estes recursos com qualidade e quantidade suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produtividade (WUTKE *et al.*, 2000).

O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite & Matter (1955) é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Partindo-se do suprimento natural de água ao solo, da demanda atmosférica, e da capacidade de água disponível, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real, da deficiência e excedente hídrico e do armazenamento de água no solo. O balanço hídrico assim calculado torna-se um indicador climatológico da disponibilidade hídrica em uma região (PEREIRA *et al.*, 1997), o que é fundamental no planejamento agrícola.

O conceito de balanço hídrico avalia o solo como um reservatório fixo, no qual a água armazenada até o máximo da capacidade de campo, somente será removida pela ação das plantas (THORNTHWAITE, 1948). Este mesmo autor confrontou de maneira

prática os valores de precipitação e de evapotranspiração, determinando o balanço hídrico. O balanço hídrico, além da evapotranspiração potencial, possibilita estimar a evapotranspiração real, excedente e deficiência hídrica e as fases de reposição e retirada de água no solo, cujas definições são as seguintes (ALFONSI *et al.*, 1995):

- Evapotranspiração potencial: é a máxima capacidade de água capaz de ser perdida como vapor em uma dada condição climática, por um meio contínuo de vegetação, que cobre toda a superfície do solo estando este na capacidade de campo ou acima desta;
- Evapotranspiração real: é o processo de transferência de vapor onde o solo não está totalmente coberto e nem na capacidade de campo e ocorre nas condições atuais dos parâmetros meteorológicos, assim sendo, além dos fatores meteorológicos que condicionam a evapotranspiração tais como: radiação solar, vento, temperatura do ar, déficit de pressão de vapor, ela é afetada pelo tipo de cultura, porcentagem de cobertura do solo e disponibilidade de água no solo;
- Deficiência hídrica: é a diferença entre a evapotranspiração potencial e a real e
- Excedente hídrico: é a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, quando o solo atinge a sua capacidade máxima de retenção de água.

A produção de alimentos e, principalmente, de água potável para o consumo humano dependerão cada vez mais do uso racional dos recursos hídricos. A fim de conciliar a demanda futura para a produção de alimentos, bem como o de consumo de água, mecanismos de gestão deverão ser adotados com maior frequência (SMITH, 2000). Critérios e procedimentos práticos precisam ser definidos para ampliar a introdução e aplicação do uso efetivo da água nas práticas agrícolas. Os sistemas computadorizados associados a banco de dados digitais proporcionarão o uso cada vez mais apropriado de técnicas de planejamento e gestão hídrica para a produção agrícola.

Para GRAHAM *et al.* (2004), o modelo computadorizado para o cálculo do balanço hídrico é uma importante ferramenta para os especialistas em gestão de recursos

hídricos, governos locais e especialistas em gestão territorial, preocupados em adotar uma solução integrada para um moderno sistema de gestão dos recursos hídricos.

O uso de modelos computadorizados para o cálculo do balanço hídrico começou na Austrália, há mais de 40 anos, e atua como ferramenta principal para a gestão e análise dos recursos hídricos. A grande maioria desses sistemas computadorizados surgiu como resultados de projetos de graduação das universidades australianas, sendo utilizados em grande parte do mundo. Atualmente, essa tecnologia está bem desenvolvida com inúmeros modelos sendo utilizados nas mais diversificadas áreas como, por exemplo, para a gestão dos recursos hídricos de áreas rurais e urbanizadas, gestão das águas de chuva e gestão dos ecossistemas aquáticos (BOUGHTON, 2005).

De acordo com SCHUMANN & GEYER (2000), os SIGs associados aos novos desenvolvimentos dos modelos hidrológicos poderão beneficiar significativamente os agricultores, através do uso dessas técnicas. A utilização de ferramentas computacionais, usadas para auxiliar no planejamento e tomada de decisão na agricultura, possibilita a realização de simulações para variados cenários, baseados em parâmetros locais, gerando resultados úteis para o planejamento das atividades agrícolas.

Para MAROUELLI (1993), os programas de computador podem estruturar os modelos de balanço de água no solo e, com isso, produzir informações sobre a disponibilidade de água neste solo, com extrema importância e utilidade na determinação dos processos de irrigação.

## **2.7 SIG e Aplicações na Área de Gestão Hídrica**

O contínuo desenvolvimento das tecnologias SIGs está aumentando a demanda por modelos de simulação computadorizados, cada vez mais integrados, e a criação de mais sistemas especialistas (SEs). Os avanços da metodologia de geração e acesso aos dados incluem sensoriamento remoto, sistemas de posicionamento global (GPS) e a Internet. O uso extensivo das ferramentas SIGs na área ambiental tem sido estimulado pela expansão das fontes de dados e, como resultado, usuários em nível federal, estadual e municipal possuem dados digitais disponíveis das mais diversificadas áreas do conhecimento (SWEENEY, 1997).

SKIDMORE (1996) descreve a integração bem sucedida dos SIGs com os SEs, mostrando que estes podem ser totalmente integrados ao SIG com uso operacional. LIOR (1996) descreve um ambiente integrado com SIG como um componente central respondendo às necessidades do usuário a um custo interessante.

Para aplicações na área de gestão hídrica, a combinação entre os modelos computadorizados de balanço hídrico e as ferramentas SIGs acarreta num SSD capaz de avaliar os recursos hídricos disponíveis e, assim, derivar estratégias para a gestão integrada desses recursos (CHOWDARY *et al.*, 2003). Segundo ROAZA *et al.* (1993), os SIGs favorecem o processo de organização dos dados, visualização das entradas e parâmetros do modelo, assim como dos resultados obtidos.

FAYER *et al.* (1996) afirmam que o uso do SIG pode ajudar a identificar todas as possíveis combinações de tipos de solos, parâmetros climáticos, uso das terras, uso dos recursos hídricos etc., de forma estruturada e sistemática. Isso é extremamente importante se os modelos serão ou não utilizados como ferramentas de suporte à decisão na gestão dos recursos hídricos. Os modelos hidrológicos são ferramentas valiosas para a gestão de recursos hídricos. Os sistemas de informação geográfica são capazes de fornecer os bancos de dados espaciais necessários aos modelos hidrológicos. Em função dos grandes avanços tecnológicos das ferramentas SIG, a integração entre elas e os modelos hidrológicos é capaz de produzir modelos computadorizados com alto poder analítico (PORTOGUESE *et al.*, 2005).

SATTI & JACOBS (2004) descrevem que a agricultura, principalmente através da irrigação, é o principal consumidor de água nos Estados Unidos. De acordo com SOLLEY *et al.* (1998), mais de 81% da água consumida nos Estados Unidos é utilizada pelo setor agrícola. No Brasil, este consumo corresponde a 61% (FAO, 2005).

Em função da competição pelo uso da água entre os setores agrícola, industrial, comercial e residencial, tornou-se necessário maior esforço na área de gestão de recursos hídricos a fim de distribuir de forma mais eficientemente. Para o planejamento agrícola é necessário um entendimento climático e, em particular, da ocorrência de chuvas, demandas evaporativas e temperaturas atmosféricas (KAR & VERMA, 2005).

HARTKAMP *et al.* (1999), HEINEMANN & HOOGENBOOM (2000) afirmam que a combinação dos resultados dos modelos computacionais com os SIGs aumenta o

escopo da aplicabilidade desses modelos para o nível de planejamento regional e para a determinação de novas políticas.

## 2.8 Programas de Computador de Domínio Público

O desenvolvimento de um programa de computador é uma das atividades econômicas mais lucrativas. Nos últimos anos, tem ocorrido um grande aumento do interesse no desenvolvimento de programas de computador com código fonte livre, em função da recente e explosiva expansão de seu uso (ARROYO *et al.*, 2003).

De acordo com PEREIRA (2005), os programas de computador com código fonte livre são resultados de vários movimentos políticos e sociais que passaram por muitas etapas de desenvolvimento em várias partes do mundo até chegarem na situação tal como são conhecidos e sem que seus processos de modificações fossem encerrados. O fato é que cada vez mais estes movimentos ganham força a ponto de incomodar até mesmo as maiores empresas de programas de computador do mundo, de modo a influenciar suas decisões e políticas de lançamento de novos produtos.

Código fonte livre é um termo definido recentemente para classificar os programas de computador cujo código fonte está disponível para o público e que não possui restrições que limitem seu uso, modificação ou redistribuição (NIEMI, 2005). Normalmente é protegido por direitos autorais e sua licença deve conter restrições com o objetivo de preservar esta posição como programa de fonte aberta, notas sobre a autoria e controle de desenvolvimento.

### 2.8.1 Definições:

As definições aqui contidas são baseadas naquelas publicadas pela *Free Software Foundation* (FSF), *Open Source Initiative* (OSI), *Debian* e *Berkeley Software Distribution* (BSD). São elas:

- **Pacote:** um pacote consiste de um conjunto de arquivos distribuídos pelo autor dos programas nele contidos. Estes arquivos geralmente consistem do código fonte dos programas que compõem o pacote, sua documentação, e possivelmente versões executáveis do programa;

- **Autor:** o autor é a pessoa, ou grupo de pessoas, que produziu a versão original de um pacote;
- **Versão original:** a versão original de um programa é a versão originalmente distribuída pelo seu autor, sem nenhuma modificação introduzida por terceiros;
- **Trabalho derivado:** um trabalho derivado resulta de introdução de modificações na versão original de um programa, modificações que alteram a funcionalidade do programa, ao invés de apenas corrigir eventuais erros;
- **Licença:** a licença é o termo de outorga de direitos em que o autor define qual o grau de liberdade que terceiros possuem para modificar e/ou redistribuir um programa e/ou seus trabalhos derivados. Geralmente, a licença restringe a liberdade de uso;
- **Código fonte:** o código fonte de um programa é a versão daquele programa produzida diretamente pelo autor, e que descreve o comportamento, ou função, do programa através de uma linguagem de programação;
- **Código executável:** o código executável, ou a versão em binário, de um programa é aquela que resulta do processo de tradução automática do código fonte para uma versão que será executada diretamente pelo computador;
- **Distribuição:** uma distribuição geralmente consiste de um conjunto de pacotes, devidamente organizados e armazenados em um meio físico adequado para o manuseio e instalação em computador;
- **Copyright:** Um direito exclusivo conferido por um governo ao criador de obras literárias ou artísticas originais, como livros, artigos, desenhos, fotografias, composições musicais, gravações, filmes, e programas de computador. O *copyright* tem alcance internacional e garante, ao criador, os direitos de reprodução, derivação, distribuição, execução e exibição. A Convenção de Berna determina que o período de proteção de *copyright* cubra a vida do autor mais 50 anos (BROCHURE, 2005). A atual legislação americana de *copyright* é baseada da Lei de *Copyright* de 1976 e suas emendas e
- **Copyleft:** A maioria das licenças, usadas na publicação de programas de computador com código fonte livre, permite que os programas sejam

modificados e redistribuídos. Estas práticas são geralmente proibidas pela legislação internacional de *copyright*, que tenta justamente impedir que alterações e cópias sejam efetuadas sem a autorização dos autores. As licenças que acompanham os programas de computador com código fonte livre fazem uso da legislação de *copyright* para impedir utilização não autorizada, mas estas licenças definem clara e explicitamente as condições sob as quais cópias, modificações e redistribuições podem ser efetuadas, para garantir as liberdades de modificar e redistribuir o programa de computador assim licenciado. A esta versão de *copyright*, dá-se o nome de *copyleft*.

### 2.8.2 Licenças e Categorias:

O aspecto mais determinante na classificação do código fonte de um programa de computador como um programa de computador com código fonte livre é a licença com a qual é distribuído. Programas de computador com código fonte livre, assim como não-livres, têm licenças de uso que regem os direitos e deveres dos usuários e dos fornecedores (GNU, 2005). Diferente dos programas de computador com código fonte não livres, entretanto, as licenças dos livres têm como principal papel assegurar esses direitos e deveres.

Assim, enquanto as licenças dos programas de computador proprietários servem para cercear a liberdade dos usuários e ajudar o distribuidor a controlá-los, as licenças dos programas de computador com código fonte livre funcionam no sentido inverso, garantindo direitos aos usuários. Um outro importante aspecto a considerar é o *copyleft* como um artifício legal utilizado em parte dessas licenças com a finalidade de assegurar o repasse dos direitos adquiridos pelo usuário (GNU, 2005).

Significa, precisamente, que programas de computador com código fonte livre com *copyleft*, quando repassados para alguém, devem ser repassados sob as mesmas regras de licenciamento com as quais foram recebidos. Enquanto que os programas de computador com código fonte livre sem *copyleft* podem ser passados com novas regras.

Existem várias categorias de licenças para a distribuição de programas de computador com código fonte livre, que se distinguem pelo grau de liberdade outorgado ao usuário (FSF, 2005). O Anexo I contém o texto integral das licenças *GPL*, *Open Source*, *BSD* e *X.org*.



- **GPL:** A Licença Pública Geral GNU (*GNU General Public License – GPL*) é a licença que acompanha os pacotes distribuídos pelo Projeto GNU, e mais uma grande variedade de programas, incluindo o núcleo do sistema operacional *Linux*. A formulação da GPL é tal que ao invés de limitar a distribuição do programa de computador por ela protegido, ela de fato impede que este programa de computador seja integrado em programa de computador proprietário. A GPL é baseada na legislação internacional de *copyright*, o que deve garantir cobertura legal para o programa de computador licenciado com a GPL;
- **Debian:** A licença *Debian* é parte do contrato social celebrado entre a Debian e a comunidade de usuários de programas de computador com código fonte livre, e é chamada de *Debian Free Software Guidelines* (DFSG). Em essência, esta licença contém critérios para a distribuição dos programas, além da exigência da publicação do código fonte. Estes critérios são:
  - A redistribuição deve ser livre;
  - código fonte deve ser incluído e deve poder ser redistribuído;
  - Trabalhos derivados devem poder ser redistribuídos sob a mesma licença do original;
  - Pode haver restrições quanto a redistribuição do código fonte, se o original foi modificado;
  - A licença não pode discriminar contra qualquer pessoa ou grupo de pessoas, nem quanto a formas de utilização do programa de computador;
  - Os direitos outorgados não podem depender da distribuição onde o programa de computador se encontra e
  - A licença não pode contaminar outro programa de computador, ao contrário da licença GPL.
- **Open Source:** A licença do *Open Source Initiative* é derivada da Licença *Debian*, com as menções à *Debian* removidas;
- **BSD:** A licença BSD cobre as distribuições de programas de computador da *Berkeley Software Distribution*, além de outros programas. Esta é uma

licença considerada permissiva porque impõe poucas restrições sobre a forma de uso, alterações e redistribuição do programa de computador licenciado. O programa de computador pode ser vendido e não há obrigações quanto à inclusão do código fonte, podendo o mesmo ser incluído em programas de computador com o código fonte proprietário. Esta licença garante o crédito aos autores do programa mas não tenta garantir que trabalhos derivados permanecem como programas de computador com o código fonte livre;

- **X.org:** O Consórcio *X* distribui o sistema de janelas *X* (*X Window System*) sob uma licença que o considera programa de computador com código fonte livre mas não adere ao *copyleft*. Existem distribuições sob a licença da X.org que são programas de computador com código fonte livre, e outras distribuições não o são. Existem algumas versões não livres do sistema de janelas X11 para estações de trabalho e certos dispositivos do IBM-PC que são as únicas funcionais disponíveis, sem similares distribuídos como programas de computador com código fonte livre;
- **Programas de Computador em Domínio Público:** são programas de computador sem a proteção de *copyright*. Alguns tipos de cópia, ou versões modificadas, podem não ser livres porque o autor permite que restrições adicionais sejam impostas na redistribuição do original ou de trabalhos derivados;
- **Programas de Computador Semi-Livres:** são programas de computador que não são livres, porém são concedidas permissões para que indivíduos o usem, copiem, distribuam e modifiquem, incluindo a distribuição de versões modificadas, desde que o façam sem o propósito de gerar lucros;
- **Freeware:** Este termo não possui uma definição amplamente aceita mas é usado para programas de computador que permitem a redistribuição mas não a modificação, e seu código fonte não é disponibilizado;
- **Shareware:** são programas de computador disponíveis com a permissão para que seja redistribuído, porém sua utilização implica no pagamento pela sua licença. Geralmente, o código fonte não está disponível e portanto modificações são impossíveis e

- **Programas de Computador Proprietários:** são aqueles que não são livres nem semi livres. Seu uso, redistribuição ou modificação é proibido, ou requer que se peça permissão, ou é restrito de tal forma que não se possa efetivamente fazê-lo livremente.

Um conceito importante é que programa de computador livre não precisa ser gratuito e programa de computador gratuito não significa programa de computador livre. Entre as vantagens do uso de programas de computador com código fonte aberto destacam-se os riscos reduzidos de utilização, a qualidade do programa, a transparência, a flexibilidade de ajuste às necessidades particulares de uso e o licenciamento e custos favoráveis para as instalações. Em contrapartida, muitas vezes suas características são inadequadas à uma organização e existe carência de pessoal técnico capacitado para a instalação e configuração dos programas de código fonte aberto (NIEMI, 2005). Apesar das desvantagens citadas, seu uso é cada vez maior nas organizações.

## 2.9 *WebGIS*

Assim como a evolução da tecnologia de informação e dos meios de comunicação, como a Internet, estão cada vez mais acessíveis pela sociedade, as geotecnologias também estão conquistando seu devido espaço neste meio. O contínuo crescimento da ciência na área da computação, comunicação e TIs tem proporcionado o acesso aos usuários às mais diversas informações, através da *Web*. De acordo com SAUCHYN *et al.* (2003), o ponto chave para a transferência da informação e do conhecimento está na forma interativa de dispor as informações via *WWW*.

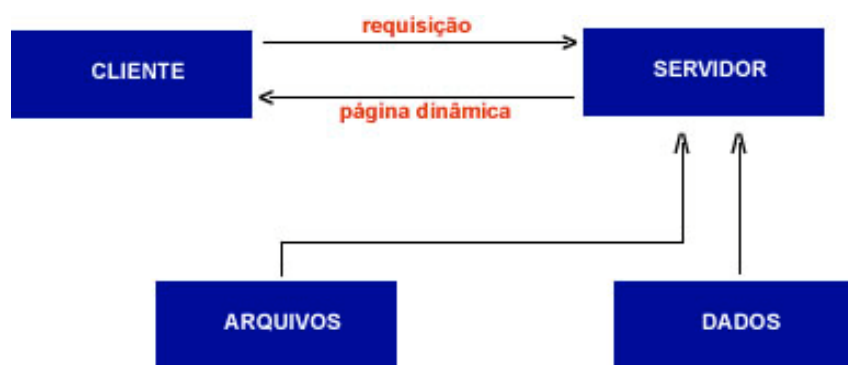
A Internet é fonte de pesquisa e de troca de informações. Entre estas encontram-se os mapas, ou informações espaciais, com potencial de análise em diferentes áreas do conhecimento. A distribuição de dados georreferenciados na Internet proporciona a troca ou aquisição de dados entre as organizações, porém com limitações, principalmente em função dos direitos de propriedade (MIRANDA, 2002). As ferramentas SIGs tornaram-se muito populares em diversas áreas do conhecimento. De acordo com SU *et al.* (2000), as informações geográficas são uma das mais importantes partes de um sistema SIG. São inúmeras as definições para os SIGs, em função dos vários campos da ciência onde esta tecnologia pode ser empregada. Neste contexto, a

definição de *WebGIS* segue a mesma que a de SIG, porém com um componente adicional - a *Web*.

Para GILLAVRY (2005), *WebGIS* é um SIG distribuído através de uma rede de computadores para integrar, disseminar e comunicar informações geográficas visualmente na *Web*. *WebGIS* também pode ser definido como um complexo sistema disponível na Internet capaz de integrar, manipular, analisar, visualizar e armazenar geoinformação sem a necessidade do usuário final possuir um SIG proprietário.

HARDER (1998) afirma que desde que a primeira página *Web* com mapas interativos foi colocada na Internet em 1993, pela *Xerox Palo Alto Research Center* (PARC), como um experimento de recuperação interativa da informação, os *sites* têm aumentado sistematicamente seus serviços como forma de tornarem disponíveis mapas, dados geográficos ou ambas as informações através da Internet.

É importante ressaltar que ao executar um aplicativo *WebGIS*, este utiliza a estrutura cliente-servidor na qual o usuário denominado “cliente” envia os comandos ao servidor *Web* que, após processá-los, devolve os resultados ao “cliente” na forma de um mapa atualizado em uma janela do navegador *Web* (Figura 4).



**Figura 4** - Requisição de página dinâmica (*Server-side scripts*).

O cliente é tipicamente um navegador *Web*, já o servidor consiste de um computador com vários programas instalados dentre os quais o serviço *Web* – necessário para tornar disponíveis os conteúdos Internet - e um programa servidor de mapas denominado *WebGIS*. O lado cliente solicita, através da Internet, por um mapa ou algum geoprocessamento ao lado servidor. Este por sua vez converte a solicitação em um código interno e invoca as funções do SIG repassando estas solicitações ao servidor *WebGIS*. Este programa retorna o resultado que é reformatado para a

interpretação pela aplicação do navegador *Web* do lado cliente (PENG, 2005).

### 2.9.1 O Mercado de Servidores de Mapas

A importância da tecnologia de mapeamentos interativos, através dos SSDs é demonstrada pela extrema facilidade que os dados espaciais são manipulados e analisados (CARVALHO & PIEROZZI JR., 2004).

Como forma de tornar os mapas disponíveis na Internet existem os servidores de mapas proprietários e não proprietários. Várias empresas consagradas no mercado de servidores de mapas proprietários desenvolvem aplicações voltadas para a *Web* (MIRANDA, 2002). É importante que, na busca pela conformidade na troca de informações, a maioria adote o padrão *OpenGIS* do *Open GIS Consortium*, cujo propósito é desenvolver especificações de geoprocessamento publicamente disponíveis - padrões para interfaces, protocolos etc - (OGC, 2006).

Neste contexto, inúmeros servidores de mapas proprietários estão disponíveis cujos preços normalmente são cobrados pelo servidor. Entre as soluções mais utilizadas encontramos o *MapGuide* (Autodesk), *ArcIMS* (ESRI), *GeoMedia Web Map* (Intergraph), *MapXtreme* (MapInfo), *Oracle Map Viewer* (Oracle Corporation) entre outros (OGC, 2006).

Dentre os servidores de mapas disponíveis gratuitamente na Internet, cita-se o *MapServer*, construído com ferramentas de domínio público e utilizado para reproduzir aplicações executáveis na Internet. Este servidor de mapas foi desenvolvido para a plataforma Linux/Apache, porém também com versões disponíveis para o ambiente Windows (OSI, 2005). CARVALHO & PIEROZZI JR. (2004) ressaltam a importância do *MapServer*, entre os servidores de mapas gratuitos, como aplicativo que oferece ótima funcionalidade e que permite uma ampla variedade de desenvolvimento de aplicativos para o uso através da Internet.

O desenvolvimento de mapeamentos interativos via Internet é crescente e atua como um mecanismo para que os usuários possam interpretar mais facilmente os dados. Inúmeros mapeamentos foram realizados através do uso dessa tecnologia (SU *et al.*, 2000; COX; COVIL, 2002; SAUCHYN, 2003; HALLS, 2003). Na Embrapa Monitoramento por Satélite, várias condições permitiram que o *MapServer* fosse o escolhido para as aplicações na Internet (CARVALHO & PIEROZZI JR., 2004):

- Formatos de arquivos produzidos pelos SIG totalmente compatíveis com o servidor *MapServer*;
- Multiplataforma operacional (Sistemas Operacionais Windows e UNIX - FreeBSD);
- Extenso suporte na Internet e
- Desempenho computacional no processamento dos dados.

O *MapServer* utiliza a estrutura cliente-servidor onde o cliente (usuário) envia os comandos, o servidor *Web* processa estes comandos e os resultados são repassados ao cliente na forma de um mapa atualizado em uma janela do navegador *Web*. HALLS (2003) reafirma que o emprego dessa tecnologia torna-se muito interessante, pois permite que o público leigo tenha acesso à informação sem a necessidade de conhecimento das ferramentas SIG.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste projeto ocorreu em duas etapas distintas. A primeira envolveu a coleta e a geração de mapas de um conjunto de dados do balanço hídrico (temperatura média, precipitação, armazenamento, evapotranspiração real, deficiência e excedente hídrico) do Estado de São Paulo, produzidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO / Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica - CEB do Instituto Agrônomo.

A segunda etapa consistiu do desenvolvimento de uma interface gráfica, através de parâmetros estruturados de forma hierárquica associado à linguagem de programação *PHP*, possibilitando tornar disponíveis estes mapas, de forma dinâmica e interativa, na Internet, compondo o ambiente *WebGIS*.

#### 3.1 Caracterização Geral da Área de Estudo

Economicamente o mais desenvolvido do Brasil, o Estado de São Paulo está localizado na região sudeste e possui como limites: Minas Gerais (N e NE), Rio de

Janeiro (NE), Oceano Atlântico (L), Paraná (S) e Mato Grosso do Sul (O) (Figura 5).

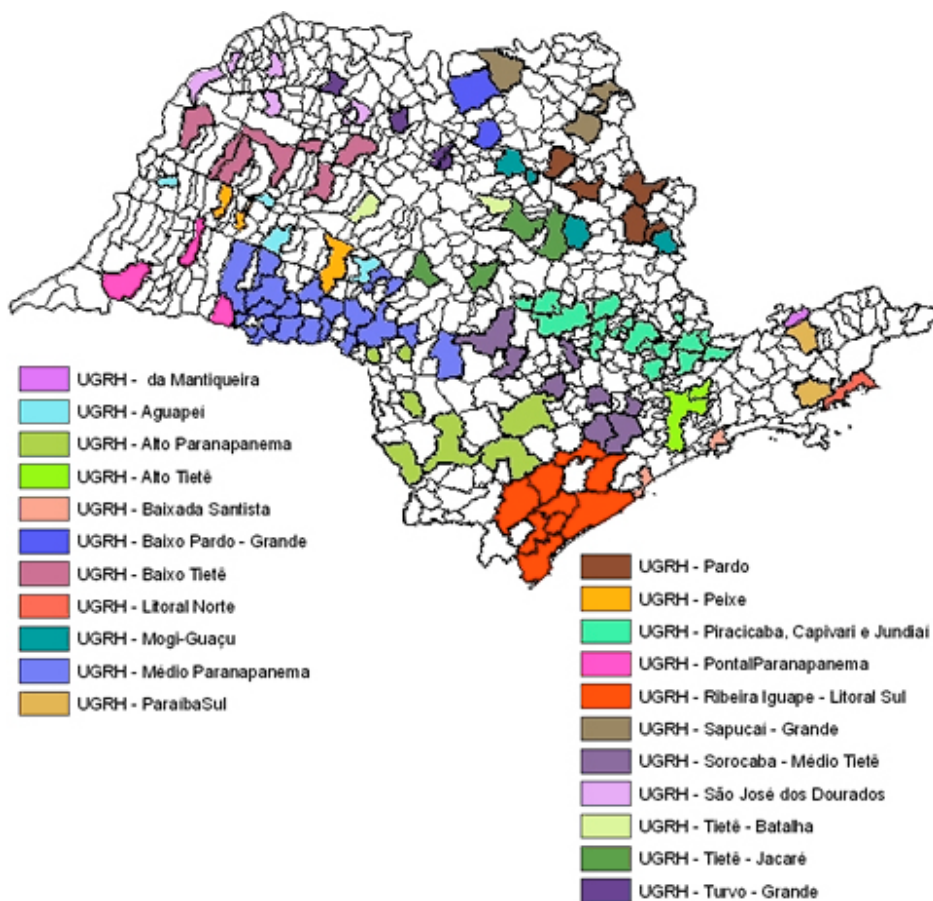


**Figura 5** - Imagem do satélite *Landsat* com o recorte do Estado de São Paulo (Fonte: MIRANDA & COUTINHO, 2005).

Como características geográficas possui 645 municípios ocupando uma área de 248.209,4 km<sup>2</sup>. Segundo a classificação de Köppen, os climas predominantes são do tipo **Cfa**, **Cwa** (mesotérmico subtropical e temperado com verões quentes e úmidos e estação seca no inverno) (IBGE, 2005).

O Estado de São Paulo, um dos mais industrializados do país, é também o mais urbanizado, abrigando 22% da população brasileira. Apesar de apresentar boa cobertura dos serviços de esgoto sanitário (93%) e de abastecimento de água (98%), a grande densidade demográfica do estado, aliada à expansão não planejada das áreas urbanas, exige constantes avaliações sobre a utilização de seus recursos hídricos (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).

Com o objetivo de favorecer o planejamento e a utilização integrada dos recursos hídricos, o Estado foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) de acordo com as bacias hidrográficas e afinidades geopolíticas conforme mostra a Figura 6 (SIGRH, 2005).



**Figura 6** - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) do Estado de São Paulo (Fonte: CAPUTI, 2005).

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos, as UGRH têm como base a bacia hidrográfica. Além disso, a divisão levou em consideração as características físicas (geomorfologia, geologia, hidrologia regional e hidrogeologia) e os aspectos políticos e sócio-econômicos (compatibilização com a divisão regional existente, número de municípios, áreas de cada unidade, distâncias rodoviárias, aspectos demográficos e sócio-econômicos) das regiões (SIGRH, 2005).

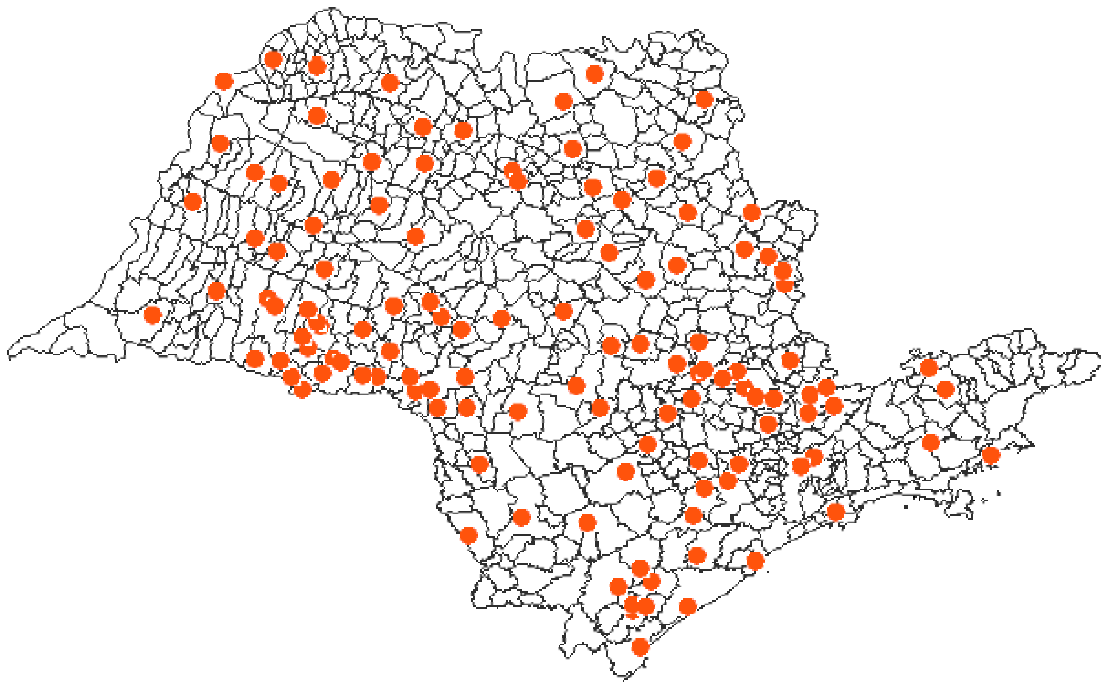
### 3.2 Suporte Material e Logístico

Criado em 1988, o Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) é responsável por operacionalizar e veicular informações e aconselhamentos às atividades agrícolas com base nos parâmetros agrometeorológicos e previsão do tempo. Através de um sistema *Web*, o CIIAGRO coleta dados meteorológicos diários (temperatura máxima e mínima do ar e precipitação



pluviométrica) que são agregados em seu banco de dados que atualmente é composto por 126 localidades ou pontos de coleta para o Estado de São Paulo (CIIAGRO, 2005).

Estes dados são obtidos através de estações meteorológicas automáticas e mecânicas pertencentes à Secretaria de Agricultura e Abastecimento coordenadas e operadas pelo Instituto Agrônomo, de diversas entidades parceiras, públicas e privadas de âmbito Estadual e Federal (Figura 7). Semanalmente são elaborados balanços hídricos conforme a metodologia de THORNTHWAITE & MATTER (1955) considerando uma capacidade de água disponível (CAD) de 125 mm.



**Figura 7** - Distribuição dos pontos de coleta de dados meteorológicos no Estado de São Paulo (Fonte: CAPUTI, 2005).

A seguir, relacionam-se o material e os equipamentos utilizados na elaboração deste trabalho.

### **3.2.1 Imagem de Satélite**

A imagem de satélite utilizada como um dos planos de informação do aplicativo *WebGIS* desenvolvido, foi obtida pelo sistema orbital *SPOT VEGETATION* - 2000.

- ***SATELLITE POUR L'OBSERVATION DE LA TERRE - SPOT:***

A série SPOT foi iniciada com o satélite franco-europeu SPOT 1, em 1986 sob a responsabilidade do *Centre National d'Etudes Spatiales* - CNES da França. A plataforma do SPOT está em órbita com três satélites (2, 4 e 5) o que possibilita acesso a qualquer ponto da Terra em menos de 24 horas e atuando em conjunto, revisitas em intervalos de 3 a 5 dias (SPOT, 2005). Os satélites da família SPOT operam com sensores ópticos, em bandas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio. Com o lançamento do SPOT 5, ocorrido em maio de 2002, a missão inaugurou a possibilidade de aquisição de imagens orbitais tridimensionais graças a sua capacidade de visada lateral de até 27° (estereoscopia cilíndrica) e também conseguiu melhorar a resolução espacial do canal pancromático para 5 metros (SPOT, 2005).

O satélite SPOT 5 leva a bordo um novo sensor destinado ao monitoramento diário da vegetação em escala planetária, conhecido como *Vegetation*. A partir de dados do sensor *Vegetation* é possível gerar vários produtos, entre os quais o *Normalized Difference Vegetation Index* ou Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). O NDVI é calculado a partir de combinações entre as bandas do vermelho e infravermelho próximo, podendo ser utilizado na estimativa de produção primária, no monitoramento de padrões de seca, correlacionado com variáveis ambientais como precipitação, temperatura e tipos de solos e no monitoramento de florestas tropicais (SPOT, 2005). As principais características dos satélites da série SPOT e dos sensores disponíveis nesses instrumentos são apresentadas na Tabela 1 e Tabela 2.

**Tabela 1** - Características dos satélites da série SPOT.

Missão	<i>Satellite pour l'Observation de la Terre (SPOT)</i>				
Instituição Responsável	<i>Centre National d'Etudes Spatiales - CNES</i>				
País/Região	Estabelecido por iniciativa do governo francês em 1978, com a participação da Suécia, Bélgica e Itália.				
Satélite	SPOT-1	SPOT-2	SPOT-3	SPOT-4	SPOT-5
Lançamento	22/02/1986	22/01/1990	26/09/1993	24/03/1998	04/05/2002
Situação Atual	Inativo (nov/2003)	Ativo	Inativo (14/11/1996)	Ativo	Ativo
Órbita	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar
Altitude	823 km	823 km	823 km	832 km	832 km
Inclinação	98°	98°	98°	98°	98°
Tempo de Duração da Órbita	101,4 min	101,4 min	101,4 min	101,4 min	101,4 min
Horário de Passagem	10:30 A.M.	10:30 A.M.	10:30 A.M.	10:30 A.M.	10:30 A.M.
Período de Revisita	26 dias	26 dias	26 dias	26 dias	26 dias
Instrumentos Sensores	HRV	HRV	HRV	HRVIR e VEGETATION	HRG, HRS VEGETATION-2

Fonte: Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite – Embrapa (2005).

**Tabela 2** - Características dos sensores à bordo dos satélites SPOT.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
HRV (com opção de visada lateral)	PAN	0,50 - 0,73µm	10 m		
	XS1	0,50 - 0,59µm		26 dias	60 x 60 km
	XS2	0,61 - 0,68µm	20 m		
	XS3	0,78 - 0,89µm			
HRVIR	Monoespectral	0,61 - 0,68µm	10 m		
	B1	0,50 - 0,59µm			
	B2	0,61 - 0,68µm	20 m	26 dias	60 x 60 km
	B3	0,78 - 0,89µm			
	MIR PA E SUPERMODE	1,58 - 1,75µm 0,48 - 0,71µm	5 m		
HRG	B1	0,50 - 0,59µm	10 m	26 dias	60 x 60 km
	B2	0,61 - 0,68µm			
	B3	0,78 - 0,89µm			
	SWIR	1,58 - 1,75µm			
HRS (gera pares estereoscópicos)	PA	0,49 - 0,69µm	10 m	26 dias	120 x 600 km
	B0	0,43 - 0,47µm			
VEGETATION e VEGETATION-2	B2	0,61 - 0,68µm	1 km	24 horas	2.250 km
	B3	0,78 - 0,89µm			
	MIR	1,58 - 1,75µm			

Fonte: Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite – Embrapa (2005).

### **3.2.2 Cartografia Básica Utilizada**

A base cartográfica utilizada na geração dos planos de informação do aplicativo *WebGIS* desenvolvido foi composta, principalmente, pelos produtos digitais publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2005) e por um conjunto de 21 semanas de dados do balanço hídrico (temperatura média, precipitação, armazenamento, evapotranspiração real, deficiência e excedente hídrico) do Estado de São Paulo, disponibilizados pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, 2005) compreendendo as semanas entre 01/08/2005 a 20/11/2005 e 01/01/2006 a 05/02/2006.

### **3.2.3 Logiciais e Aplicativos**

Para a aquisição, armazenamento, processamento e expressão dos dados e imagem de satélite, reunidos e gerados durante esse trabalho, foram utilizados os seguintes computadores com as respectivas configurações:

- Pentium IV; 2.4 Ghz; 1 Gb de RAM; 80 Gb de disco rígido e monitor LCD colorido de 18 polegadas;
- Pentium IV; 3 Ghz; 2 Gb de RAM; 200 Gb de disco rígido e monitor LCD colorido de 17 polegadas.

Em relação aos aplicativos adotados, além do sistema operacional *Microsoft Windows XP Service Pack 2*, versão 2002 e do pacote *OpenOffice.org 2.0*, foram utilizados vários outros programas de suporte, como *Adobe Acrobat Reader 7.0*, *Mozilla Firefox 1.5*, *Dreamweaver 4*, *Fireworks 4* entre outros.

### **3.3 Etapa 1 - Composição dos Planos de Informação**

Para a geração, processamento, análise e formatação da base de dados cartográficos, foram utilizados dois programas proprietários específicos para sensoriamento remoto e geoprocessamento: *Erdas Imagine Professional*, versão 8.7 (*Leica Geosystems*) e o pacote *ArcGIS (ESRI)*, versão 9.0, ambos fabricados por

empresas dedicadas ao desenvolvimento de produtos relacionados ao processamento digital de imagens e geoprocessamento.

O *Erdas Imagine* divide-se em 3 módulos básicos: *Essentials*, *Advantage* e *Professional*, sendo este último o mais completo da série agregando, além das ferramentas mais tradicionais, como as necessárias para o georreferenciamento de imagens, melhoramento espacial, espectral e de análise SIG, ferramentas de classificação e modelos de desenvolvimento de aplicativos personalizados (LEICA GEOSYSTEMS, 2005).

O *ArcGIS 9.0* é uma coleção integrada de programas de computador para a área de geoprocessamento, que possibilita construir complexos sistemas de informações geográficas para a organização. A interface de trabalho do *ArcGIS* permite desdobrar a funcionalidade do sistema, seja ela dentro de escritórios (*desktop*), em servidores inclusive na *Web*, ou sistemas de informação móveis (ESRI, 2005). Suas principais características são:

- **Facilidade de uso:** oferece ferramentas de mapeamento, análise e gerenciamento de dados;
- **Alta funcionalidade:** incorpora poderosas ferramentas de edição, cartografia avançada, administração de dados e análises espaciais;
- **Modular:** desenvolvido em estruturas de componentes orientados a objetos, permitindo que os demais módulos que compõem a família *ArcGIS*, compartilhem os mesmos aplicativos, interfaces de usuário e conceitos de operação;
- **Habilitado para a Internet:** o *ArcGIS* pode ser utilizado para a obtenção de dados geográficos pela Internet ou Intranet e
- **Personalização:** construído sob padrões abertos de mercado, o *ArcGIS* possui extensa documentação e permite personalização de acordo com as linguagens padrões mais utilizadas no mercado.

Os principais módulos do *ArcGIS* disponíveis na Embrapa Monitoramento por Satélite são:

- **ArcView:** permite a visualização dos dados, pesquisas, análises e potencialidades de integração junto com a capacidade de criar e editar elementos geográficos simples;
- **ArcEditor:** inclui as funcionalidades do *ArcView* e adiciona a capacidade de criar e editar elementos num banco de dados georreferenciado com múltiplos utilizadores e em diferentes planos (*shapes*) e
- **ArcInfo:** inclui todas as funcionalidades do *ArcEditor* e adiciona capacidades avançadas de geoprocessamento.

Desenvolvido a partir de um conjunto de componentes baseados e dirigidos ao objeto, os produtos *ArcView*, *ArcEditor* e *ArcInfo* possibilitam a entrada, armazenamento, manipulação e saída de dados georreferenciados, além de partilhar as mesmas aplicações de base, a mesma interface e os mesmos conceitos operacionais.

A consolidação da base de dados deu-se através de um conjunto de dados do balanço hídrico (temperatura média, precipitação, armazenamento, evapotranspiração real, deficiência e excedente hídrico) do Estado de São Paulo, totalizando 21 semanas entre os anos 2005/2006 e de um par de coordenadas geográficas (latitude e longitude) correspondentes à posição e origem de cada um dos pontos de coleta dos dados agrometeorológicos (Tabela 3).

Após a estruturação da base de dados do balanço hídrico consolidada no programa *OpenOffice.org Calc*, a mesma foi importada pelo programa de geoprocessamento *ArcGIS 9.0*, para que os dados pudessem ser espacializados, com base nas coordenadas geográficas de cada ponto de coleta. Desta forma, consolidou-se uma base de dados espaciais de cada um dos parâmetros do balanço hídrico do Estado de São Paulo.

Através das ferramentas do SIG *ArcView*, a constituição da base de dados foi realizada através da inclusão e compatibilização de outros planos de informação como os mapas das bacias hidrográficas, clima, divisão político-administrativa, infra-estrutura e unidades territoriais do Estado de São Paulo, além da imagem de satélite obtida pelo sistema orbital *SPOT VEGETATION*, ano 2000 com o recorte do Estado.

**Tabela 3** - Base de dados do balanço hídrico referente aos pontos de coleta da semana de 30-janeiro a 05-fevereiro-2006.

Pontos de Coleta	Latitude (Graus e décimos)	Longitude (Graus e décimos)	T (C)	P (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Região Administrativa	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Pólo Regional de Pesquisa
Adamantina	-21,683	-51,083	26,5	0	45	30	8	0	Presidente Prudente	Peixe	Alta Paulista
Andradina	-20,900	-51,367	27,4	15,3	79	36	3	0	Araçatuba	Baixo Tietê	Extremo Oeste
Araçatuba	-21,200	-50,450	27,4	8,6	98	36	3	0	Araçatuba	Baixo Tietê	Extremo Oeste
Araraquara	-21,800	-48,183	24,5	10,6	105	31	2	0	Central	Tietê - Jacaré	Centro Leste
Assis	-22,667	-50,433	26,1	25,8	115	36	0	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Atibaia	-23,117	-46,567	22,8	66	75	27	0	39	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Leste Paulista
Auriflama	-20,683	-50,567	27,1	14,8	103	37	2	0	Araçatuba	São José dos Dourados	Noroeste Paulista
Avaré	-23,100	-48,933	24	117,4	125	30	0	87	Sorocaba	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Barretos	-20,567	-48,567	26,8	84,6	125	38	0	46	Barretos	Baixo Pardo - Grande	Alta Mogiana
Batatais	-20,892	-47,585	25,6	41	125	35	0	6	Franca	Sapucaí - Grande	Nordeste Paulista
Bauru	-22,333	-49,067	27,1	18,6	106	37	2	0	Bauru	Tietê - Jacaré	Centro Oeste
Bebedouro	-20,950	-48,483	25,3	46,5	125	33	0	13	Barretos	Baixo Pardo - Grande	Alta Mogiana
Bofete	-23,067	-48,267	25,7	41,4	125	35	0	6	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	Centro Sul
Botucatu	-22,883	-48,450	24,2	17,5	88	30	1	0	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	Centro Sul
Bragança Paulista	-22,967	-46,550	22,8	57,1	100	27	0	30	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Leste Paulista
Buritama	-21,050	-50,133	26,1	65,1	125	36	0	29	Araçatuba	Baixo Tietê	Noroeste Paulista
Campinas	-22,900	-47,083	25,2	56,5	125	33	0	23	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	APTA - Sede
Campos do Jordão	-22,733	-45,583	18	79,9	100	22	0	58	São José dos Campos	da Mantiqueira	Vale Paraíba
Campos Novos Paulista	-22,600	-49,983	25,5	0	96	29	4	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Cananéia	-25,017	-47,933	25,8	0,8	47	29	7	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Cândido Mota	-22,700	-50,383	26,2	19,5	109	35	1	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Capão Bonito	-24,000	-48,367	23,2	15	88	27	1	0	Sorocaba	Alto Paranapanema	Sudoeste Paulista

**T:** Temperatura média; **P:** Precipitação Pluviométrica; **ARM:** Armazenamento; **ETR:** Evapotranspiração Real; **DEF:** Deficiência Hídrica; **EXC:** Excedente Hídrico

Continua

**Tabela 3** - Base de dados do balanço hídrico referente aos pontos de coleta da semana de 30-janeiro a 05-fevereiro-2006.

Pontos de Coleta	Latitude (Graus e décimos)	Longitude (Graus e décimos)	T (C)	P (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Região Administrativa	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Pólo Regional de Pesquisa
CA-Peruibe	-24,317	-47,000	25,3	15,8	84	32	1	0	Santos	Baixada Santista	Vale Ribeira
Capivari	-23,000	-47,517	25,2	0	96	29	4	0	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Centro Sul
Casa Branca	-21,767	-47,083	24,8	138	125	33	0	105	Campinas	Pardo	Nordeste Paulista
Catanduva	-21,133	-48,983	26	25	115	35	0	0	São José do Rio Preto	Turvo - Grande	Centro Norte
Cristais Paulista	-20,397	-46,579	24,1	72	125	30	0	42	Franca	Sapucaí - Grande	Nordeste Paulista
CA-Tapiraí	-23,950	-47,500	21,2	33,8	100	25	0	8	Sorocaba	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Descalvado - UNICIAGRO	-21,900	-47,633	24,4	39,2	124	31	0	0	Central	Mogi-Guaçu	Centro Leste
Duartina	-22,433	-49,400	26,6	7	97	35	4	0	Bauru	Médio Paranapanema	Centro Oeste
Echaporã	-22,433	-50,200	26,5	3	72	31	5	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Eldorado	-24,533	-48,117	26,3	0,5	46	29	7	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Espírito Santo do Pinhal	-22,050	-46,750	23,8	83,2	125	30	0	53	Campinas	Mogi-Guaçu	Leste Paulista
Florínea	-22,917	-50,700	27,4	0	91	34	6	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Franca	-20,550	-47,417	24,1	72	125	30	0	42	Franca	Sapucaí - Grande	Nordeste Paulista
Gália	-22,317	-49,567	25	31,6	74	33	0	0	Marília	Médio Paranapanema	Centro Oeste
Garça	-22,200	-49,650	25,3	5	100	30	3	0	Marília	Aguapeí	Centro Oeste
Guáira	-20,333	-48,300	27	84,6	125	39	0	46	Barretos	Sapucaí - Grande	Alta Mogiana
Guariba	-21,367	-48,083	25	16,4	110	32	1	0	Ribeirão Preto	Mogi-Guaçu	Centro Leste
Guarulhos	-23,467	-46,517	24,8	57,6	100	33	0	25	Grande São Paulo	Alto Tietê	APTA - Sede
Ibirarema	-22,818	-50,082	26,2	8	100	33	3	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Ibiúna	-23,667	-47,217	21,7	38,6	100	26	0	12	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	APTA - Sede
Iepê	-22,667	-51,083	26,2	8,2	100	33	3	0	Presidente Prudente	PontalParanapanema	Alta Sorocabana
Iguape	-24,700	-47,550	25,4	0,3	48	27	6	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira

T: Temperatura média; P: Precipitação Pluviométrica; ARM: Armazenamento; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Deficiência Hídrica; EXC: Excedente Hídrico

Continua



**Tabela 3** - Base de dados do balanço hídrico referente aos pontos de coleta da semana de 30-janeiro a 05-fevereiro-2006.

Pontos de Coleta	Latitude (Graus e décimos)	Longitude (Graus e décimos)	T (C)	P (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Região Administrativa	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Pólo Regional de Pesquisa
Ilha Solteira	-20,400	-51,333	27,7	16,3	101	40	3	0	Araçatuba	São José dos Dourados	Extremo Oeste
Ipaussu	-23,075	-49,592	25	15,7	109	32	1	0	Marília	Alto Paranapanema	Médio Paranapanema
Itapetininga	-23,583	-48,050	24,8	42,7	125	33	0	10	Sorocaba	Alto Paranapanema	Sudoeste Paulista
Itapeva	-23,967	-48,900	23,9	0	98	27	3	0	Sorocaba	Alto Paranapanema	Sudoeste Paulista
Itararé	-24,117	-49,333	20,3	19,4	70	24	0	0	Sorocaba	Alto Paranapanema	Sudoeste Paulista
Itararé – DA	-24,117	-49,333	28,6	54	67	45	0	0	Sorocaba	Alto Paranapanema	Sudoeste Paulista
Itatiba	-23,000	-46,850	23,7	118,9	125	30	0	89	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Leste Paulista
Jaboticabal	-21,267	-48,317	25,7	18,5	109	34	1	0	Ribeirão Preto	Mogi-Guaçu	Centro Leste
Jacupiranga	-24,717	-48,000	26,2	0	46	29	8	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Jacupiranga - CA	-24,683	-48,000	26,1	0	46	29	8	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Jales	-20,267	-50,567	26,2	19	109	35	1	0	São José do Rio Preto	São José dos Dourados	Noroeste Paulista
Jales – Automático	-20,283	-50,567	27,1	32,8	119	39	0	0	São José do Rio Preto	São José dos Dourados	Noroeste Paulista
Jaú	-22,283	-48,567	26,1	14,1	105	34	2	0	Bauru	Tietê - Jacaré	Centro Oeste
José Bonifácio	-21,067	-49,700	27,2	41	125	39	0	2	São José do Rio Preto	Baixo Tietê	Centro Norte
Jundiaí	-23,200	-46,883	24,6	88,1	75	32	0	56	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	APTA - Sede
Limeira	-22,533	-47,450	24,3	94,6	125	31	0	64	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Centro Sul
Lins	-21,667	-49,767	27,6	0	89	36	7	0	Bauru	Tietê - Batalha	Centro Oeste
Manduri	-23,067	-49,347	24,7	17,1	110	32	1	0	Sorocaba	Alto Paranapanema	Médio Paranapanema
Maracáí	-22,573	-50,647	26,9	18	106	37	2	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Marília	-22,233	-49,950	26,2	0	70	30	6	0	Marília	Peixe	Centro Oeste
Matão	-21,600	-48,383	25,2	38,8	125	33	0	6	Central	Tietê - Batalha	Centro Norte
Miracatú	-24,283	-47,467	26,2	1,2	47	29	7	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira

T: Temperatura média; P: Precipitação Pluviométrica; ARM: Armazenamento; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Deficiência Hídrica; EXC: Excedente Hídrico

Continua

**Tabela 3** - Base de dados do balanço hídrico referente aos pontos de coleta da semana de 30-janeiro a 05-fevereiro-2006.

Pontos de Coleta	Latitude (Graus e décimos)	Longitude (Graus e décimos)	T (C)	P (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Região Administrativa	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Pólo Regional de Pesquisa
Mirandópolis	-21,150	-51,083	27,2	63,4	125	39	0	24	Araçatuba	Baixo Tietê	Extremo Oeste
Mirante do Paranapanema	-22,300	-51,917	26,6	3,2	70	33	5	0	Presidente Prudente	PontalParanapanema	Alta Sorocabana
Mococa	-21,467	-47,017	24,7	26	119	32	0	0	Campinas	Pardo	Nordeste Paulista
Monte Alegre do Sul	-22,683	-46,717	24	75,7	100	30	0	46	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Leste Paulista
Monte Aprazível	-20,772	-49,713	27,2	28,2	115	38	0	0	São José do Rio Preto	São José dos Dourados	Noroeste Paulista
Nova Odessa	-22,783	-47,450	25,1	22,6	90	33	1	0	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	APTA - Sede
Oswaldo Cruz	-21,783	-50,900	29,1	13,5	97	42	4	0	Presidente Prudente	Peixe	Alta Paulista
Ourinhos	-22,940	-49,767	25,7	0	94	31	5	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Palmital	-22,795	-50,203	26,3	19,5	109	35	1	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Paraguaçu Paulista - COCAL	-22,483	-50,692	26,4	0	93	32	5	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Paraguaçu Paulista - ESAPP	-22,400	-50,550	26,2	0	94	31	5	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Paraguaçu Paulista - Horto	-22,372	-50,572	26,4	0	93	32	5	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Pariquera-Açu	-24,700	-47,883	26,1	0,5	47	29	7	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Paulínia	-22,767	-47,150	25,6	27,8	118	35	0	0	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	APTA - Sede
Pedrinhas Paulista	-22,815	-50,778	26,5	10	100	35	3	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Penápolis	-21,417	-50,067	28,5	0	88	37	7	0	Araçatuba	Baixo Tietê	Extremo Oeste
Piacatu	-21,583	-50,600	26,6	19	107	37	1	0	Araçatuba	Aguapeí	Extremo Oeste
Piedade	-23,717	-47,417	23,2	39	100	28	0	11	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	APTA - Sede
Pindamonhangaba	-22,917	-45,450	25,9	78,8	75	36	0	43	São José dos Campos	ParaíbaSul	Vale Paraíba
Pindorama	-21,217	-48,933	26,2	72,9	75	36	0	37	São José do Rio Preto	Turvo - Grande	Centro Norte
Piracaia	-23,050	-46,350	24,3	64	75	31	0	33	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Leste Paulista
Piracicaba	-22,717	-47,633	25,6	41,2	125	35	0	6	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Centro Sul

T: Temperatura média; P: Precipitação Pluviométrica; ARM: Armazenamento; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Deficiência Hídrica; EXC: Excedente Hídrico

Continua

**Tabela 3** - Base de dados do balanço hídrico referente aos pontos de coleta da semana de 30-janeiro a 05-fevereiro-2006.

Pontos de Coleta	Latitude (Graus e décimos)	Longitude (Graus e décimos)	T (C)	P (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Região Administrativa	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Pólo Regional de Pesquisa
Presidente Prudente - UNOESTE	-22,117	-51,400	27,8	21	80	41	2	0	Presidente Prudente	PontalParanapanema	Alta Sorocabana
Quatá	-22,267	-50,650	26,3	10,1	101	34	3	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Rancharia	-22,233	-50,917	26,7	42,9	125	38	0	5	Presidente Prudente	Médio Paranapanema	Alta Sorocabana
Rancharia – Bartira	-22,173	-50,977	26,8	42,9	125	38	0	4	Presidente Prudente	Médio Paranapanema	Alta Sorocabana
Rancharia – CATI	-22,233	-50,917	26,7	42,9	125	38	0	5	Presidente Prudente	Médio Paranapanema	Alta Sorocabana
Registro	-24,483	-47,850	26,5	0	46	29	8	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Ribeirão Preto	-21,183	-47,800	25,5	13,6	107	32	1	0	Ribeirão Preto	Pardo	Centro Leste
Santa Bárbara D'Oeste	-22,750	-47,417	25	53,8	125	33	0	21	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Centro Sul
Santa Cruz do Rio Pardo	-22,917	-49,650	28,7	2,5	89	38	6	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Santa Cruz do Rio Pardo - Guacho	-22,817	-49,367	25,9	13	104	34	2	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Santa Fé do Sul	-20,217	-50,933	26,5	37,6	125	36	0	1	São José do Rio Preto	São José dos Dourados	Noroeste Paulista
Santa Maria da Serra	-22,567	-48,167	24	20,4	91	30	0	0	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Centro Sul
Santos	-23,917	-46,333	25,9	88,6	100	36	0	53	Santos	Baixada Santista	APTA - Sede
São Carlos	-22,017	-47,883	24,9	18,8	87	32	1	0	Central	Tietê - Jacaré	Centro Leste
São João da Boa Vista	-21,950	-46,767	23,8	98,5	125	30	0	69	Campinas	Mogi-Guaçu	Nordeste Paulista
São José das Laranjeiras	-22,683	-50,867	27	2	93	34	5	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
São José do Rio Preto	-20,800	-49,383	27,3	29	115	39	0	0	São José do Rio Preto	Turvo - Grande	Centro Norte
São Paulo	-23,550	-46,617	24,2	60	100	31	0	29	Grande São Paulo	Alto Tietê	APTA - Sede
São Pedro	-22,550	-47,933	23,6	56,4	100	30	0	27	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Centro Sul
São Pedro do Turvo	-22,812	-49,820	27,6	0	89	36	7	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
São Roque	-23,533	-47,133	23,6	35,8	94	30	0	0	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	APTA - Sede
São Simão	-21,467	-47,550	25,8	23,7	114	35	1	0	Ribeirão Preto	Pardo	Centro Leste

**T:** Temperatura média; **P:** Precipitação Pluviométrica; **ARM:** Armazenamento; **ETR:** Evapotranspiração Real; **DEF:** Deficiência Hídrica; **EXC:** Excedente Hídrico

Continua

**Tabela 3** - Base de dados do balanço hídrico referente aos pontos de coleta da semana de 30-janeiro a 05-fevereiro-2006.

Pontos de Coleta	Latitude (Graus e décimos)	Longitude (Graus e décimos)	T (C)	P (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Região Administrativa	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Pólo Regional de Pesquisa
Sete Barras	-24,383	-47,933	26,5	0	46	29	8	0	Registro	Ribeira Iguape - Litoral Sul	Vale Ribeira
Sorocaba	-23,500	-47,450	25,1	12,6	106	32	2	0	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	APTA - Sede
Sumaré	-22,833	-47,267	25,8	36	125	36	0	0	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	APTA - Sede
Taquarituba	-23,533	-49,250	23,9	8,2	105	28	2	0	Sorocaba	Alto Paranapanema	Sudoeste Paulista
Tarumã	-22,788	-50,535	26,6	0	92	33	5	0	Marília	Médio Paranapanema	Médio Paranapanema
Tatuí	-23,367	-47,867	24,2	17,2	112	30	1	0	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	Sudoeste Paulista
Taubaté	-23,350	-45,567	24,8	25,9	93	33	0	0	São José dos Campos	ParaíbaSul	Vale Paraíba
Tietê	-23,117	-47,717	25,4	59,8	100	34	0	26	Sorocaba	Sorocaba - Médio Tietê	Centro Sul
Tupã	-21,933	-50,517	28,1	5,7	68	37	6	0	Marília	Aguapeí	Alta Paulista
Tupi Paulista	-21,383	-51,583	27,5	1,6	69	33	6	0	Presidente Prudente	Aguapeí	Alta Paulista
Ubatuba	-23,450	-45,067	26,1	14,3	56	33	3	0	São José dos Campos	Litoral Norte	Vale Paraíba
Valinhos	-22,983	-47,000	25,1	49,6	100	33	0	16	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	APTA - Sede
Valparaíso	-21,233	-50,883	27,4	4	94	35	5	0	Araçatuba	Baixo Tietê	Extremo Oeste
Vargem	-22,900	-46,417	23,7	59,6	100	30	0	30	Campinas	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Leste Paulista
Vargem Grande do Sul - ABVGS	-21,833	-46,883	23,2	42,1	125	28	0	14	Campinas	Pardo	Nordeste Paulista
Votuporanga	-20,417	-49,983	26,7	89,6	100	38	0	52	São José do Rio Preto	Turvo - Grande	Noroeste Paulista

T: Temperatura média; P: Precipitação Pluviométrica; ARM: Armazenamento; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Deficiência Hídrica; EXC: Excedente Hídrico

Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIAGRO (2005).

### 3.4 Etapa 2 - Desenvolvimento da Interface Gráfica

A *World Wide Web* tornou-se uma plataforma atraente para a publicação e distribuição de informação devido a várias qualidades, dentre os quais destacam-se a independência de plataforma e a facilidade de interação (BERNERS-LEE *et al.*, 1994).

A forma transparente de como os protocolos de comunicação, linguagens de programação e ferramentas são empregadas na Internet conquistaram de usuários a especialistas da área de informática e fizeram surgir desde *websites* institucionais até complexos sistemas de informação.

#### 3.4.1 Protocolo de Transferência de Hipertextos

O trabalho baseou-se na concepção de hipertextos que, em computação, é um sistema para a visualização de informação cujos documentos contêm referências internas para outros documentos (chamadas de *hyperlinks* ou, simplesmente, *links*), e para a fácil publicação, atualização e pesquisa de informação (HEIM, 1993). O sistema de hipertexto mais conhecido atualmente é a *World Wide Web*.

LÉVY (1993) considera o hipertexto como um conjunto de nós ligados por conexões. O hipertexto é um conjunto de nós ligados por conexões. Os nós podem ser palavras, páginas, imagens, gráficos, seqüências sonoras, documentos complexos que podem eles mesmos ser hipertexto. Os itens de formação não ligados linearmente, como em uma corda como nó, mas cada um deles, ou a maioria, estende suas conexões em estrela, de modo reticular.

Foi utilizado o protocolo responsável pelo funcionamento da *World Wide Web* é o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Através deste protocolo é possível a transferência de dados na *Web* entre os servidores e os navegadores de Internet permitindo a visualização de hipertextos, como textos, gráficos, imagem, som e outros recursos disponíveis. O protocolo HTTP surgiu da necessidade de distribuir informações pela Internet. Para que essa distribuição fosse possível, foi necessário criar uma forma padronizada de comunicação entre os clientes e os servidores da *Web*. Com isso, o protocolo HTTP passou a ser utilizado para a comunicação entre computadores na Internet e a especificar como seriam realizadas as transações entre clientes e

servidores, através do uso de regras básicas (RNP, 2005). Os principais serviços HTTP (UNICAMP, 2005) incluem:

- **Get:** solicita ao servidor o envio de um recurso; é o serviço essencial para o protocolo;
- **Head:** variante de GET que solicita ao servidor o envio apenas de informações sobre o recurso;
- **Put:** permite que o cliente autorizado armazene ou altere o conteúdo de um recurso mantido pelo servidor;
- **Post:** permite que o cliente envie mensagens e conteúdo de formulários para servidores que irão manipular a informação de maneira adequada e
- **Delete:** permite que o cliente autorizado remova um recurso mantido pelo servidor.

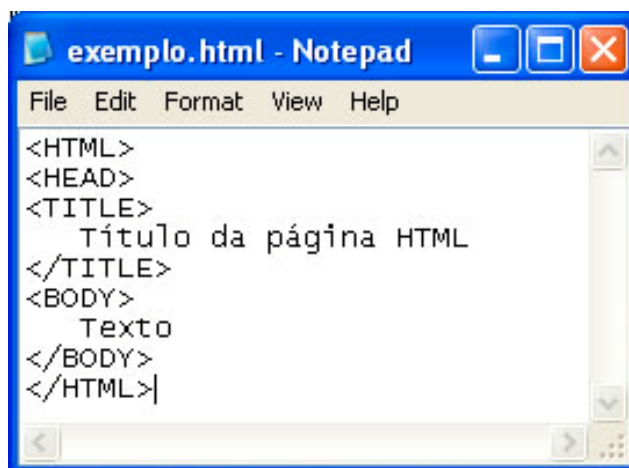
Para compor o fluxo de informações na Internet foi considerada a concepção de FRANKLINT (2003) que, basicamente é composta por 3 diferentes etapas. Na primeira delas, o navegador (cliente) emite um pedido *get* ou *post* do protocolo HTTP de uma página *Web*. O método *get* é descrito quando o cliente solicita ao servidor *Web* por imagens, figuras, páginas estáticas, sons e outros objetos. Por outro lado, o método *post* é utilizado quando o cliente solicita ao servidor *Web* que execute algum programa do lado servidor, como por exemplo formulários de dados. Na segunda etapa, a solicitação da página *Web* é transmitido ao servidor *Web*, a partir da Internet. Este servidor verifica a existência da página solicitada e em caso positivo, responde à solicitação transmitindo a página ao navegador (cliente). A terceira e última etapa consiste da interpretação pelo navegador (cliente) da página recebida e sua conseqüente apresentação ao usuário.

### 3.4.2 A Linguagem *HTML*

A linguagem utilizada na estruturação do sistema foi a *HTML* (*HyperText Markup Language* - Linguagem de Formatação de Texto). Trata-se de uma linguagem de formatação de documentos, mantida pelo *World Wide Web Consortium*, composta por *tags* (rótulos ou etiquetas) que permitem descrever a estrutura do documento. A linguagem *HTML* é resultado dos padrões das linguagens *Standard Generalized Markup*

*Language (SGML)* e *Hypermedia/Time-based Document Structuring Language (HyTime)*, que são utilizadas para descreverem a estrutura geral de vários tipos de documentos (W3C, 2005).

As *tags* são marcas especiais que determinam o papel de cada elemento dentro do texto e que permitem ao navegador interpretar e exibir a página conforme ela foi concebida (Figura 8).

A screenshot of a Notepad window titled "exemplo.html - Notepad". The window has a menu bar with "File", "Edit", "Format", "View", and "Help". The text area contains the following HTML code:

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>
  Título da página HTML
</TITLE>
<BODY>
  Texto
</BODY>
</HTML>
```

**Figura 8** - Linguagem de formatação de texto - *HTML*.

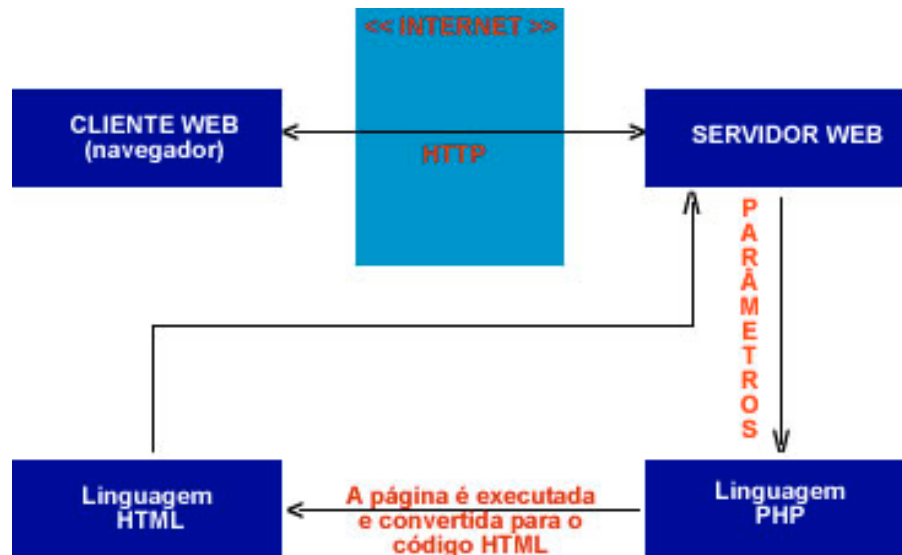
Paralelamente, a linguagem foi evoluindo com a introdução de novas *tags* e novos atributos de estilo. O *HTML* passou a exercer uma dupla função em relação ao conteúdo: exibir e dar-lhe a aparência visual.

### 3.4.3 A Linguagem *PHP*

A fim de agregar maiores funcionalidades à aplicação *WebGIS* desenvolvida, a linguagem *PHP* foi utilizada por ser uma das mais conhecidas e empregadas para a construção de *sites* interativos. Embora signifique *Personal Home Page*, há muito tempo ela adentrou ao mundo corporativo, graças à sua facilidade de programação, segurança, robustez e interatividade com bases de dados (*PHP*, 2005). É uma linguagem de programação do lado do servidor (*server-side*) gratuita e independente de plataforma, rápida, com uma grande biblioteca de funções e extensa documentação.

Uma linguagem do lado do servidor é aquela que se executa no servidor *Web*, justo antes da página ser enviada através da Internet ao cliente. As páginas que se executam no servidor podem realizar acessos a bases de dados, conexões em rede, e

outras tarefas para criar a página final que será vista pelo cliente. O cliente somente recebe uma página com o código *HTML* resultante da execução da linguagem *PHP*. Como a página resultante contém unicamente código *HTML*, é compatível com todos os navegadores (Figura 9).



**Figura 9** - Funcionamento das páginas *PHP*.

Como as aplicações *PHP* ficam hospedadas somente no servidor, a distribuição das aplicações torna-se muito simples, eliminando uma das complexidades dos sistemas cliente-servidor, o controle de versão dos programas nos computadores. Por ter surgido como uma linguagem para *Web*, o *PHP* possui uma enorme quantidade de funções nativas para o desenvolvimento de aplicações na Internet. Entre estas funções, podem ser mencionadas (*PHP*, 2005):

- Suporte aos protocolos de comunicação *IMAP*, *POP3*, *SNMP*, *FTP* e *NNTP*;
- Suporte ao padrão *XML* (*SAX*, *DOM*, *XSLT*);
- Suporte ao *.NET*;
- Funções para a geração de documentos no formato *PDF*;
- Funções *LDAP* e
- Funções para *Shockwave Flash*.

Embora seja tipicamente utilizada em conjunto com os sistemas operacionais *Linux/FreeBSD* e o servidor *Web Apache*, a linguagem *PHP* também pode ser utilizada



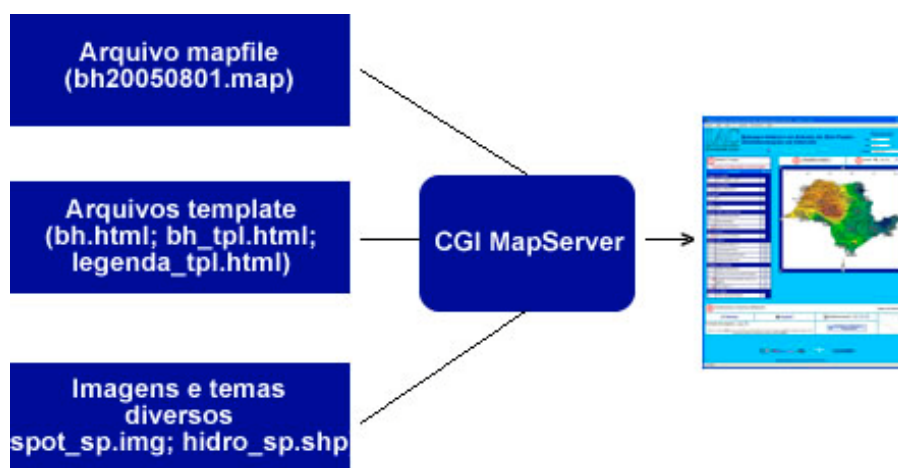
nos sistemas operacionais *Microsoft Windows*, também com o servidor *Web Apache* ou com o *Microsoft IIS*.

A utilização da linguagem de programação *PHP* proporcionou maiores funcionalidades no desenvolvimento da aplicação *WebGIS* em função de sua robustez, rapidez na codificação e sua facilidade de aprendizagem.

### 3.4.4 O Aplicativo *WebGIS*

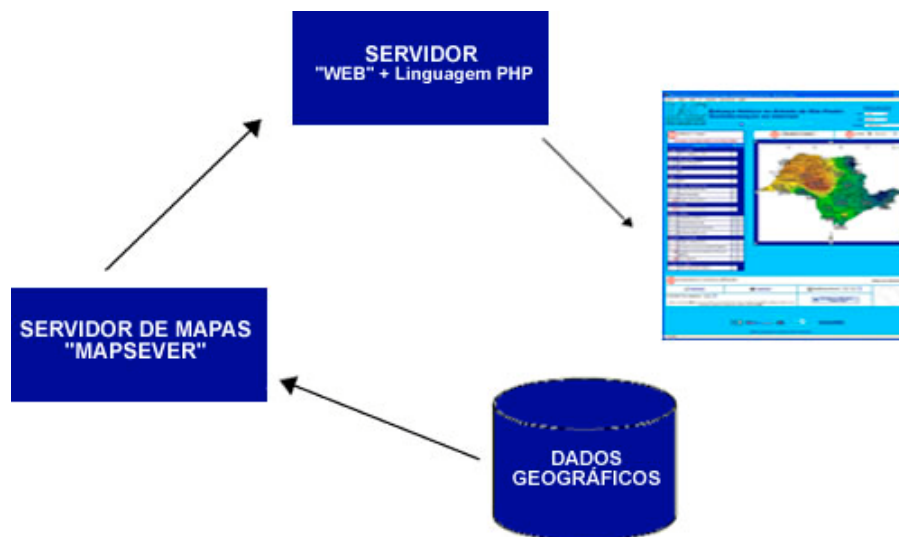
A metodologia utilizada no desenvolvimento desta aplicação *MapServer* foi a mesma empregada por CARVALHO & PIEROZZI JR. (2004), composta por quatro etapas (Figura 10):

- Instalação do servidor de mapas na Internet *MapServer* integrado ao servidor *Web*;
- Arquivos de configuração *mapfile*, com as definições da aplicação *WebGIS*;
- Arquivos *template* desenvolvidos a partir das linguagens de programação *HTML* e *PHP* que determinam a interface da aplicação *WebGIS*, como logotipos, cores, estilos etc. e
- Os arquivos relativos aos planos de informação (*shapefiles*) e a imagem de satélite (*raster*) produzidos por ferramentas SIG incorporados à aplicação *WebGIS*.



**Figura 10** - Estrutura de funcionamento do *MapServer*.

Sabendo-se que o servidor de mapas *MapServer* utiliza o padrão CGI (*Common Gateway Interface*) descrito em CGI (2005) como um conjunto de regras que especificam como devem ser estabelecidas as intercomunicações entre um servidor *WWW* e esse sistema servidor de mapas, foi necessário primeiramente providenciar a instalação de um servidor *Web* no computador (Figura 11).



**Figura 11** - Integração entre os servidores *Web* e *MapServer*.

O processo detalhado da instalação do servidor *Web* integrado com a linguagem de programação *PHP* e o servidor de mapas *MapServer* está descrito no Anexo II.

O servidor de mapas na Internet *MapServer* interpreta as definições contidas no arquivo *mapfile*, processa os arquivos de imagens e/ou arquivos de temas, agregando a forma definida nos arquivos *template* e apresenta os resultados em um *Website* dinâmico e interativo denominado de Aplicação *WebGIS* (ou Aplicação *MapServer*). Na aplicação desenvolvida, as informações sobre localização das imagens e temas, coordenadas geográficas, bancos de dados, legendas etc, foram armazenadas no arquivo de parâmetros denominado *mapfile*, por isso sua grande importância. As instruções sobre a programação visual ou interface gráfica da aplicação foram gravadas nos arquivos *template*.

Após a instalação dos servidores *Web* e *MapServer*, o próximo passo no desenvolvimento do aplicativo *WebGIS* consistiu na codificação dos arquivos *mapfile* correspondentes aos planos de informação e imagem de satélite acerca do escopo do trabalho, o Estado de São Paulo. Estes arquivos ficam armazenados em uma estrutura de

diretórios criada a partir da instalação do servidor de mapas *MapServer*, dividida em basicamente duas áreas: uma para dados geográficos e outra para os demais arquivos do aplicativo.

O Anexo III contém toda a codificação de um dos arquivos *mapfile* utilizados no desenvolvimento da aplicação *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo como exemplificação de todo o processo.

O arquivo *mapfile* é o componente básico para a configuração de uma aplicação *MapServer*. Seu formato é um arquivo texto de extensão *.map* que contém parâmetros estruturados de forma hierárquica. Estes parâmetros correspondem a objetos ou propriedades de objetos. O arquivo *mapfile* é lido em cada interação de uma aplicação *MapServer* e seus parâmetros podem ser manipulados através dos endereços das páginas Internet, envio de parâmetros de formulários HTML ou ainda via arquivos de instruções conhecidos por *mapscript's*. Algumas de suas principais características (MAPSERVER, 2005):

- Possui estrutura hierárquica;
- Os parâmetros podem se forem escritos em letras maiúsculas ou minúsculas;
- Toda vez que um parâmetro não é informado no *mapfile*, é usado o seu valor padrão;
- As strings, ou cadeias de caracteres, devem ser informadas entre aspas. É recomendável o uso de aspas duplas;
- Parâmetros relacionados a caminhos de diretórios ou arquivos, devem ser especificados na forma de caminho absoluto ou caminho relativo à localização do *mapfile*;
- Todo objeto declarado no *mapfile* deve ser finalizado pela palavra reservada *END*;
- Um *mapfile* suporta no máximo 200 *layers* ou camadas. Para alterar este valor é necessário alterar a constante *MS\_MAXLAYERS* do arquivo *map.h* do código-fonte do *MapServer* e então recompilar o sistema;
- Um *layer* suporta no máximo 250 classes. Para alterar este valor é necessário alterar a constante *MS\_MAXCLASSES* do arquivo *map.h* do código fonte do *MapServer* e então recompilar o sistema e

- Comentários podem ser inseridos colocando-se o símbolo # no início da linha a ser comentada, entre outras.

Na seqüência foram criados, a partir das linguagens de programação *HTML* e *PHP*, os arquivos *template* que são os responsáveis pela identidade visual da aplicação desenvolvida. O Anexo IV contém a programação visual através dos arquivos *template* utilizados no desenvolvimento da aplicação *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

Os métodos e procedimentos de arquitetura da informação adotados no desenvolvimento deste trabalho procuram focar diversificados públicos, inclusive aqueles que não possuem conhecimentos em ferramentas dos sistemas geográficos de informação. Neste contexto, o desenvolvimento desta aplicação *WebGIS* valorizou sua interface com o usuário, de forma que fosse interativa, intuitiva e que dispusesse suas funções de forma que fossem facilmente visualizadas. Da mesma forma foi criado um mecanismo de auxílio ao uso das funções mais detalhado, na forma de um sistema de instruções de uso - *help* - integrado ao aplicativo.

Para fins de validação deste aplicativo *WebGIS* foi definido a forma de pesquisa de opinião. Para garantir a qualidade e a confiabilidade na pesquisa de opinião, o trabalho começou na seleção da amostragem e continuou com o cuidado na consistência e análise dos dados, que neste trabalho foi totalmente digital na forma de um questionário eletrônico disponível na Internet (Figura 12).

Para a seleção da amostragem da pesquisa de opinião foram selecionadas setenta e cinco pessoas, que representavam as principais áreas de atuação profissional, escolaridade, sexo, faixa etária, acesso à Internet e resolução do monitor como componentes do universo pesquisado. Este método científico de amostragem garantiu que a pesquisa fosse confiável e reproduzisse de forma isenta, a verdadeira opinião dos usuários do sistema.

Através de *email* individual, estas pessoas foram convidadas a acessar o *website* do aplicativo *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo e na seqüência expressassem suas opiniões e sugestões através do questionário digital da pesquisa de opinião.

Mozilla Firefox

Arquivo Editar Exibir Ir Favoritos Ferramentas Ajuda

http://www.webgisbh.cnpq.embrapa.br/pesquisa/pesquisa.php

### Pesquisa de Opinião

As perguntas a seguir têm por objetivo obter a opinião sobre o sistema WebGIS "Balanço Hídrico no Estado de São Paulo: Geoinformação na Internet" e sua potencialidade como instrumento de apoio ao processo de tomada de decisões. Sua contribuição será de grande valia. Agradeço antecipadamente pela atenção.

<b>Área de Atuação Profissional:</b>	<b>Escolaridade:</b>	<b>Sexo:</b>
Escolha uma opção	Escolha uma opção	<input type="radio"/> Feminino <input type="radio"/> Masculino

<b>Faixa Etária:</b>	<b>Acesso à Internet:</b>	<b>Resolução do Monitor:</b>
Escolha uma opção	Escolha uma opção	Escolha uma opção

Favor avaliar o site do projeto, numa escala de 1 (Péssimo) a 10 (Excelente), no que diz respeito a:

<b>Apresentação:</b>	
Os elementos de composição da página (layout, texto, imagens e ícones) são harmônicos ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
A composição de cores utilizadas são harmônicas ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
<b>Usabilidade:</b>	
As instruções de uso são adequadas ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
Os itens são de fácil localização ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
As imagens são exibidas rapidamente ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
O fluxo das informações é lógico ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
Os elementos do site (termos, ícones) são adequados ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
<b>Conteúdo:</b>	
A linguagem utilizada é clara e de fácil entendimento ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10
<b>Enquete:</b>	
Você considera viável que este WebGIS também possa vir a ser utilizado como instrumento de planejamento sobre os riscos climáticos das culturas ? (Obs.: A metodologia empregada no desenvolvimento permite a utilização de qualquer parâmetro meteorológico).	<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não
<b>Comentários e/ou Sugestões:</b>	
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	

Enviar Refazer

**Figura 12** - Pesquisa de opinião eletrônica para validação do aplicativo *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aplicativo *WebGIS* desenvolvido foi o principal resultado deste trabalho, não só pelas geoinformações produzidas, mas pela possibilidade de contínua atualização,

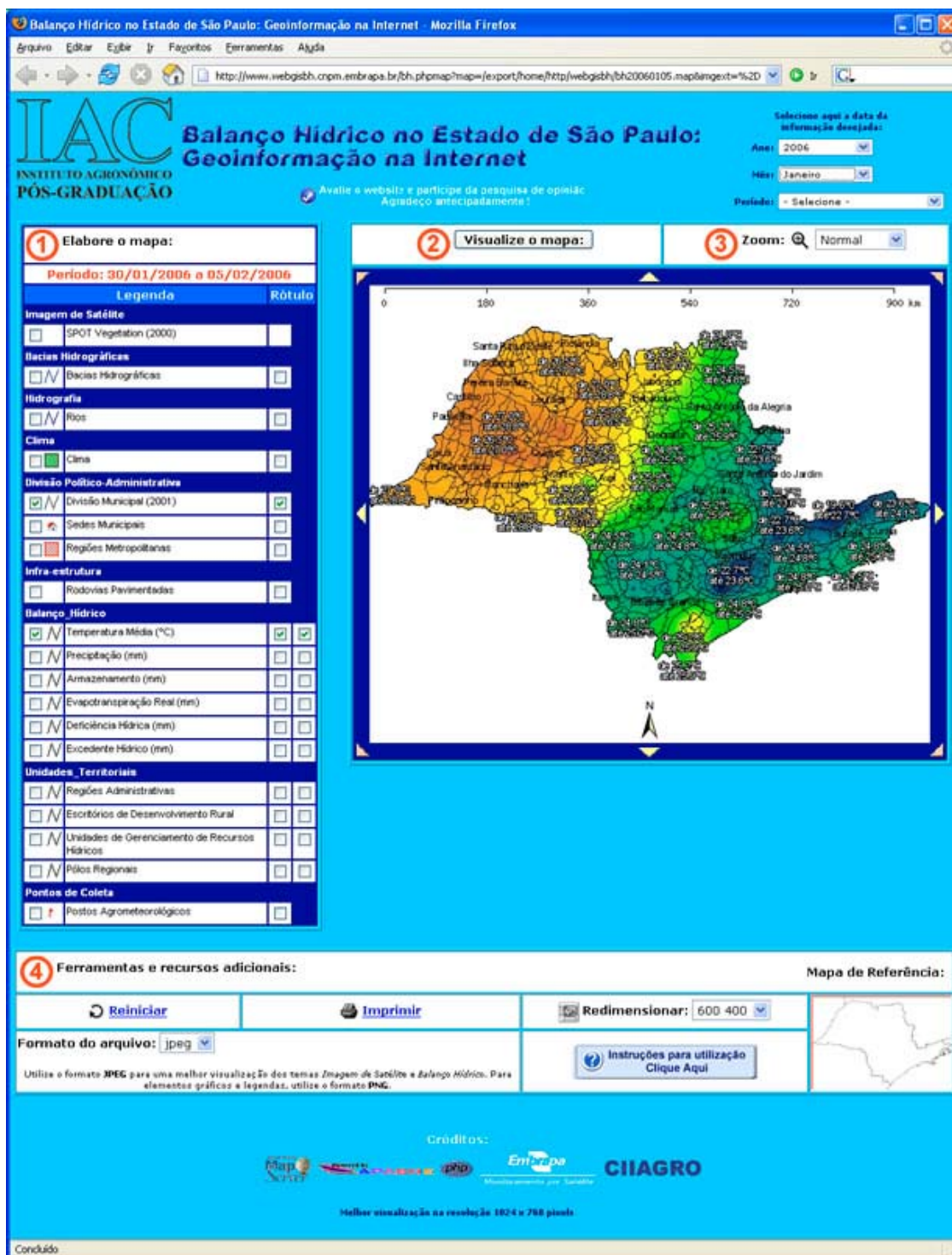
por meio da implementação de novos planos de informação, atendendo ao objetivo proposto.

O emprego da metodologia proposta por CARVALHO & PIEROZZI JR. (2004) no desenvolvimento desta aplicação mostrou-se adequada, pois os resultados obtidos evidenciaram que o aplicativo *WebGIS* produzido é capaz de, com os mapeamentos dos parâmetros do balanço hídrico do Estado de São Paulo, apresentar todos os recursos disponíveis de forma didática e interativa, esclarecendo aos usuários todas as possibilidades que a ferramenta lhe proporciona, estimulando-o à utilizá-la e aplicá-la em todo seu potencial. Além disso, o conjunto de ferramentas de tecnologias de informação (TI) utilizadas foram eficazes na construção de um produto dinâmico e de grande interatividade, usabilidade e acessibilidade, bem como o *WebGIS* desenvolvido alinhou-se às expectativas dos usuários quanto à otimização de tempo, comunicação e fácil recuperação dos dados, nos processos de tomada de decisão. É importante destacar que, além dos parâmetros do balanço hídrico, qualquer outro elemento meteorológico pode ser incorporado à aplicação *WebGIS* desenvolvida.

A Seção 4.1 descreve como foram realizadas as interações com os usuários: interface, disposição dos temas ou planos de informação, produção de mapas, ferramentas e recursos adicionais. Para fins de validação deste aplicativo *WebGIS*, a Seção 4.2 descreve os resultados encontrados a partir da pesquisa de opinião realizada.

#### **4.1 Ambiente *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo**

De acordo com STONER & FREEMAN (1999), um sistema de apoio à tomada de decisão (SDD) é um sistema de computação interativo que é facilmente acessível e operado por pessoas não especializadas em computadores e que podem utilizá-lo de forma a ajudá-las a planejar e a tomar decisões. Neste sentido, o aplicativo *WebGIS* desenvolvido valida esta afirmação já que é caracterizado como SSD focado à integração dos mapas do balanço hídrico do Estado de São Paulo e a produção de geoinformação para a auxiliar nos processos decisórios (Figura 13).



**Figura 13** - Aplicativo *WebGIS* balanço hídrico no Estado de São Paulo apresentando os temas relativos à divisão municipal e temperatura média observada no período de 30/01 a 05/02/2006.

O acesso a esta ferramenta é realizado através da *Web*, onde o usuário necessita apenas de um navegador Internet para explorar suas funcionalidades. Constatou-se a total compatibilidade com os atuais navegadores Internet disponíveis (*Mozilla Navigator*, *Mozilla Firefox*, *Netscape Navigator* ou *Internet Explorer*) através de

simulações de uso nestes instrumentos. Esta característica torna-o um SSD extremamente prático pois pode ser acessado de qualquer computador conectado à Internet em qualquer parte do mundo, independente de seu sistema operacional. Outro aspecto importante a ser destacado é que este SSD, por estar instalado em um único *website*, após ser atualizado, permite que suas informações estejam automaticamente disponíveis para todos seus usuários. Esta facilidade de atualização do SSD proporciona a inclusão de novos temas ou planos de informação, favorecendo a derivação de novas geoinformações associados aos mapas dos parâmetros do balanço hídrico do Estado de São Paulo.

O fato de esta aplicação *MapServer* utilizar a estrutura cliente-servidor, onde o cliente (usuário) envia os comandos, o servidor *Web* processa estes comandos e os resultados são repassados ao cliente na forma de um mapa atualizado em uma janela do navegador *Web*, faz com que o usuário deste aplicativo não precise ter um computador de alto desempenho já que todo o processamento das informações é realizado do lado servidor. Para o usuário final, torna-se evidente a facilidade de obtenção das informações através dos mapas interativos na Internet. Rapidamente ele encontra informações específicas, tanto no escopo do Estado de São Paulo, como de seus municípios ou de suas unidades territoriais como, por exemplo, regiões administrativas, escritórios de desenvolvimento rural, unidades de gerenciamento de recursos hídricos e pólos regionais.

#### 4.1.1 Requisitos Funcionais do Aplicativo *WebGIS*

Os requisitos funcionais definem as funcionalidades que o sistema deverá atender de acordo com as necessidades do usuário, assim como suas operações. As funcionalidades disponíveis no aplicativo *WebGIS* são apresentadas na Tabela 4:

**Tabela 4** – Requisitos funcionais do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

Requisitos	Descrição
Plano(s) de informação (Figura 14)	Este requisito permite ao usuário selecionar qual(is) plano(s) de informação será(ão) utilizado(s) na produção do mapa.

Continua



**Tabela 4** – Requisitos funcionais do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

Requisitos	Descrição
Reiniciar (Figura 15)	Através desta funcionalidade, o aplicativo <i>WebGIS</i> é reinicializado, voltando ao seu estado original.
Imprimir (Figura 15)	Este requisito permite produzir uma versão do mapa para a impressão.
Redimensionar (Figura 16)	Através desta funcionalidade, o usuário poderá redimensionar a área de exibição do mapa.
Formato do arquivo de saída (Figura 17)	Este requisito permite selecionar o formato do mapa: <i>png</i> ou <i>jpeg</i> .
Zoom (Figura 18)	Através desta funcionalidade, o usuário poderá visualizar com mais ou menos detalhes a área do mapa desejada.

**1 Elabore o mapa:**

Período: 01/08/2005 a 07/08/2005

Legenda		Rótulo
<b>Imagem de Satélite</b>		
<input type="checkbox"/>	SPOT Vegetation (2000)	
<b>Bacias Hidrográficas</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Bacias Hidrográficas	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Hidrografia</b>		
<input type="checkbox"/>	Rios	<input type="checkbox"/>
<b>Clima</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Clima	<input type="checkbox"/>
<b>Divisão Político-Administrativa</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Divisão Municipal (2001)	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Sedes Municipais	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Regiões Metropolitanas	<input type="checkbox"/>
<b>Infra-estrutura</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Rodovias Pavimentadas	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Balanço Hídrico</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura Média (°C)	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Armazenamento (mm)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Evapotranspiração Real (mm)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Deficiência Hídrica (mm)	<input type="checkbox"/>

**Figura 14** – Disposição dos planos de informação (temas) disponíveis no *WebGIS*.

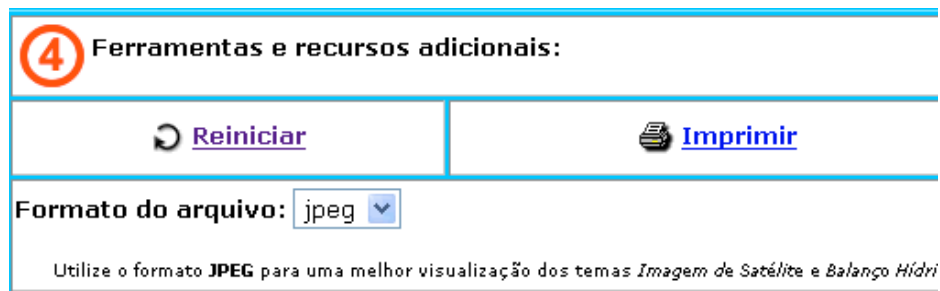


Figura 15 - Requisitos funcionais “Reiniciar” e “Imprimir”.

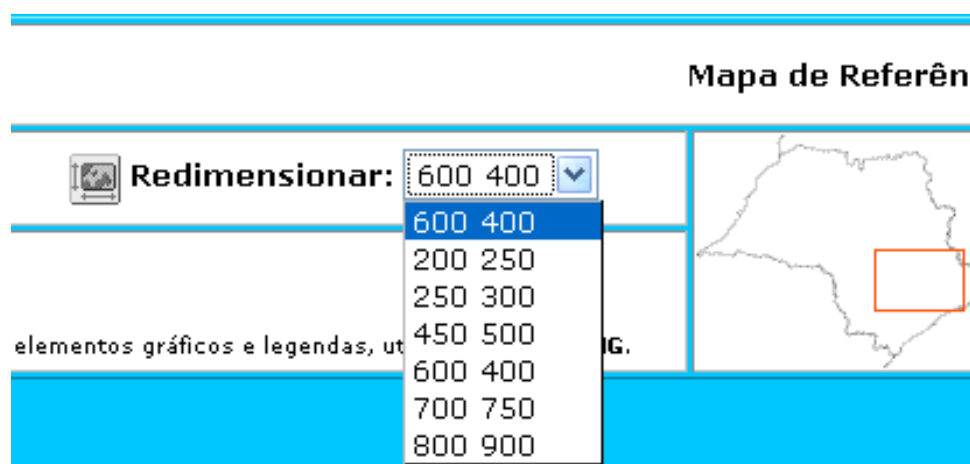


Figura 16 - Requisito funcional “Redimensionar”.

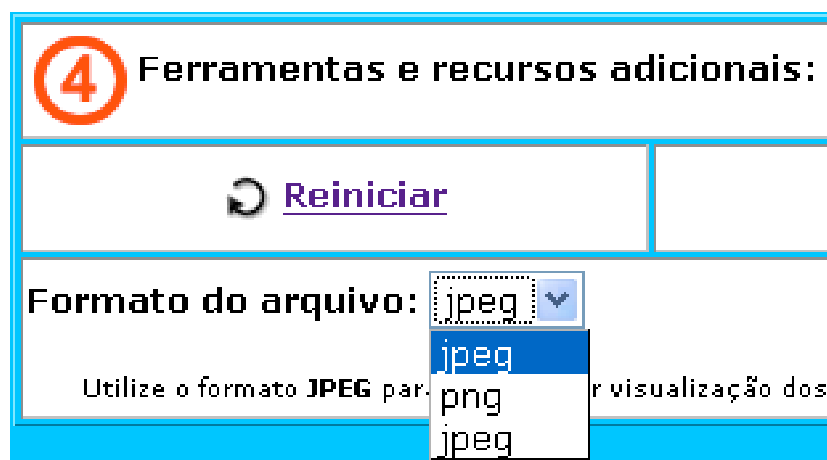


Figura 17 - Requisito funcional “Formato do arquivo de saída”.

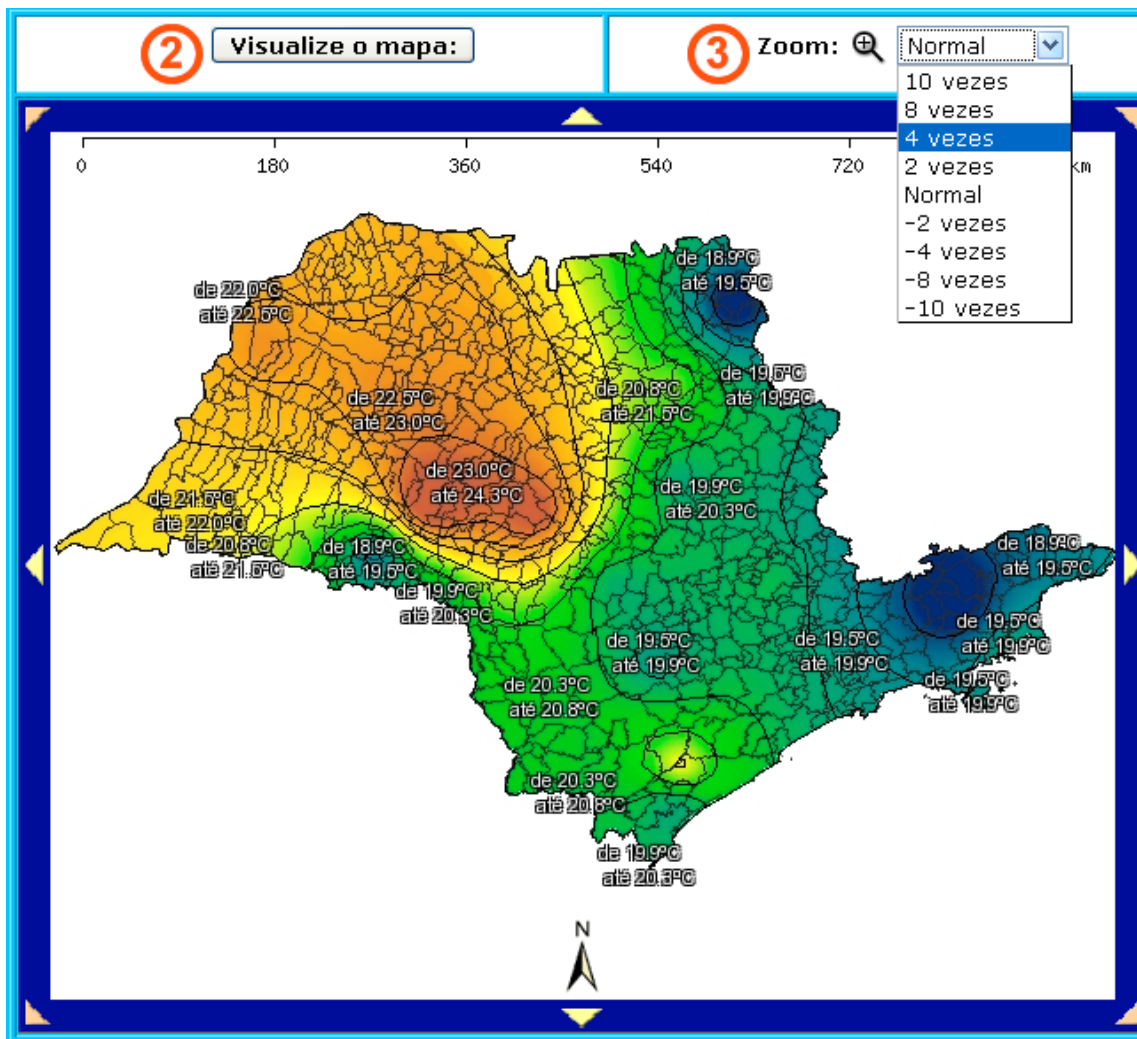


Figura 18 - Requisito funcional “Zoom”.

#### 4.1.2 Requisitos Não Funcionais do Aplicativo *WebGIS*

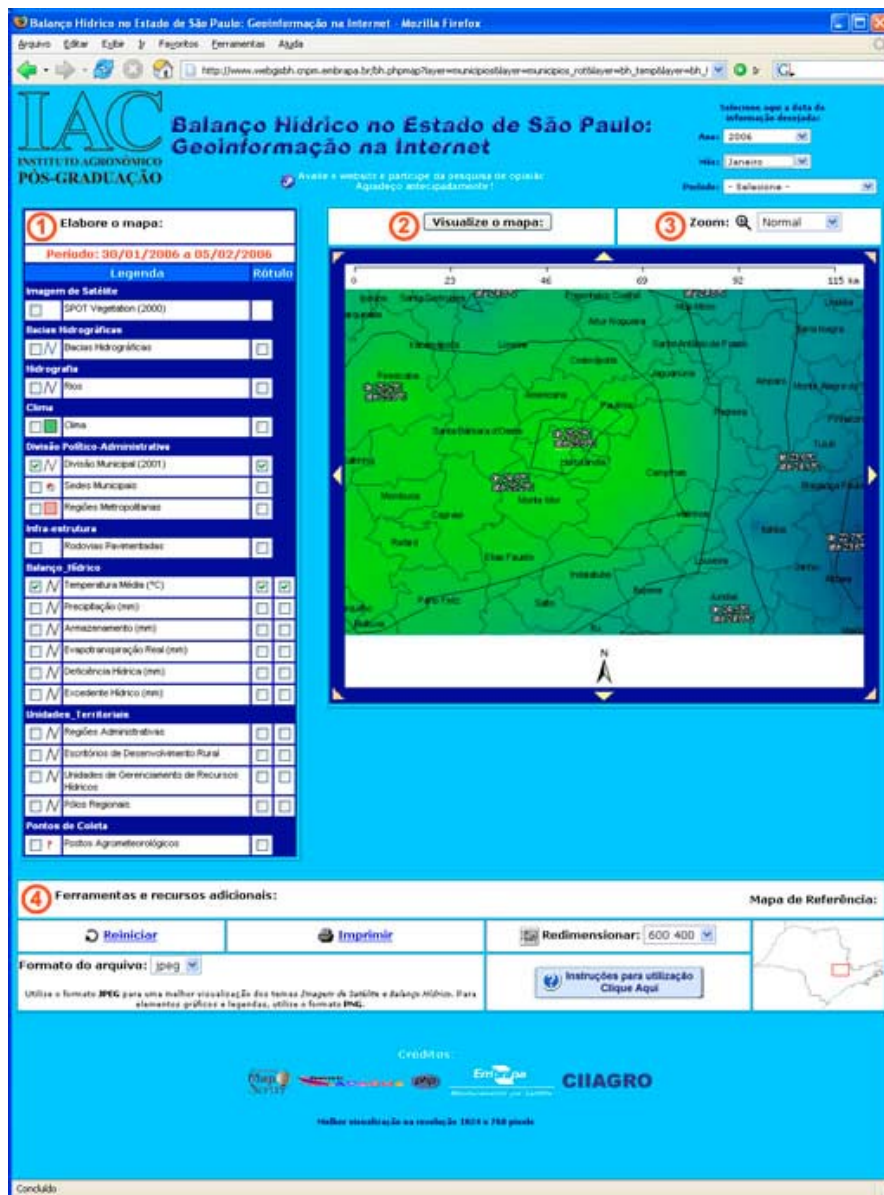
Os requisitos não funcionais referem-se às qualidades do sistema, descrevendo algumas restrições para as funcionalidades do mesmo. O mal entendimento destes requisitos afeta diretamente a qualidade do SSD desenvolvido e a forma de atender outros requisitos. Foram divididos em 4 categorias:

##### 4.1.2.1 Usabilidade

Usabilidade é sinônimo de facilidade de uso. De acordo com a ISO 9241-11 é a extensão na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso

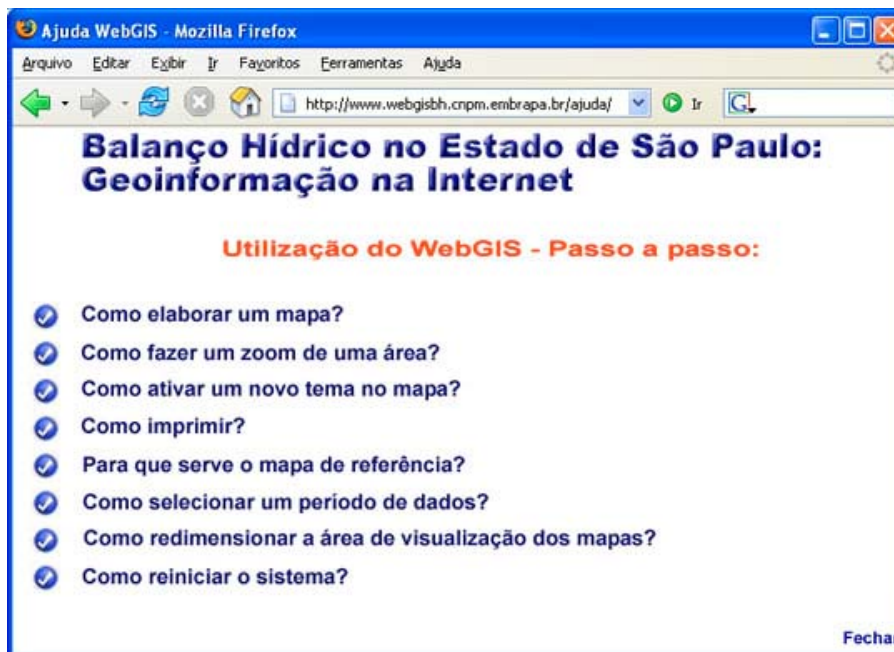
específico (ISO, 1998). O ponto chave para maximizar a usabilidade no aplicativo *WebGIS* foi aplicar um método de avaliação de alguns indicadores deste parâmetro na pesquisa de opinião, como forma de pressentir a solução concebida. Durante o desenvolvimento de tal solução, foi importante ter em conta os vários aspectos da usabilidade de modo que o sistema fosse acessível a todos os utilizadores, independentemente da plataforma ou ambiente.

O SSD realizado dispõe de uma interface intuitiva, lógica e agradável aos usuários, provendo uma melhor interação entre os mesmos e o aplicativo desenvolvido. O aplicativo *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo apresenta uma *interface* gráfica com representações numéricas, indicando a seqüência das operações, botões e outros elementos visuais de modo a tornar o sistema de fácil utilização (Figura 19).



60 **Figura 19** - Representações numéricas indicando a seqüência para a utilização e operação do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

Outra técnica implementada neste SSD foi um mecanismo de suporte ao usuário, totalmente estruturado em hipertextos, para tornar claras e disponíveis as instruções de uso do aplicativo *WebGIS*. A existência deste módulo fornece aos usuários os esclarecimentos necessários sobre os requisitos funcionais disponíveis no aplicativo (Figura 20).



**Figura 20** - Instruções de uso do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

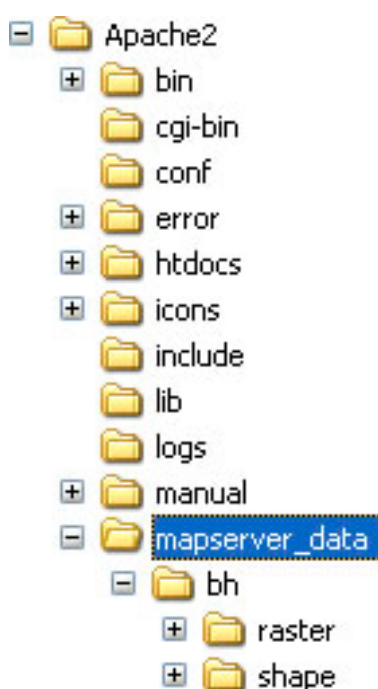
#### 4.1.2.2 Desempenho

É essencial que o sistema fosse estruturado de maneira a possuir um tempo de resposta tolerável por parte do usuário. Com base nisso, o aplicativo *WebGIS* possui um tempo médio de resposta de 10 segundos, tempo este medido em banda larga com velocidade de 200 megabits por segundo (Mbps), pois o fato de trabalhar com carregamento de imagens e mapas, dificulta um pouco sua rapidez.

Outro aspecto considerado no desenvolvimento deste SSD foi o espaço em disco ocupado pelo banco de dados geográficos utilizado pelo aplicativo. Como o *MapServer* utiliza a estrutura cliente-servidor, todo o aplicativo *WebGIS* fica instalado no servidor *Web* não necessitando que o usuário tenha um computador com alta capacidade de armazenamento e processamento de dados.

### 4.1.2.3 Segurança

O requisito segurança da informação é primordial. A estrutura de diretórios, utilizada pelo aplicativo desenvolvido, permite que seu banco de dados geográficos possa ser compartilhado com futuras aplicações *WebGIS*, além de bloquear o acesso direto à este banco de dados através da Internet. A implementação desta técnica atendeu às necessidades de segurança da informação essenciais à estabilidade funcional do aplicativo desenvolvido. A consulta ao banco de dados só é permitida ao próprio aplicativo *MapServer* (Figura 21).



**Figura 21** - Estrutura de diretórios do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

### 4.1.2.4 Acessibilidade

Esse termo foi empregado para designar a facilidade de acesso ao conteúdo do aplicativo, considerando a estratégia da arquitetura da informação e os recursos de TI utilizados. Foi ainda considerada na estruturação desta aplicação, a liberdade de acesso através de diferentes navegadores Internet, sem prejuízo ao conteúdo da aplicação, bem como sua utilização em diferentes ambientes e plataformas operacionais.

## 4.2 Pesquisa de Opinião

A pesquisa de opinião foi utilizada para fins de validação do sistema *WebGIS*, por ser uma das técnicas mais utilizadas para avaliação e posicionamento de produtos e serviços no mercado, fator preponderante para planejamento de ações administrativas, comerciais e de marketing. Através desta pesquisa, foi possível levantar alguns aspectos do perfil dos usuários em relação ao sistema proposto, contribuindo assim para validar alguns conceitos de concepção do sistema e as soluções escolhidas para sua realização.

Além dos aspectos referentes ao perfil dos entrevistados, nove questões foram apresentadas na pesquisa de opinião para que o público entrevistado pudesse expor seu nível de satisfação. Para cada uma delas, foi adotada uma escala de notas, cuja interpretação variava da nota 1 (péssimo) à nota 10 (excelente). Na análise dos resultados, cada questão foi considerada como tendo alcançado seus objetivos se a somatória das notas oito, nove e dez atingiu 90%. Nas figuras apresentadas, algumas notas têm seus valores zerados por não terem sido escolhidas pelos entrevistados no momento da pesquisa de opinião. Esses resultados são detalhados abaixo nas Seções 4.2.2.3, 4.2.2.4 e 4.2.2.5.

### 4.2.1 Caracterização do Perfil do Público Consultado

Através de *email* individual, foram convidados para participarem da pesquisa de opinião setenta e cinco profissionais de diversas áreas de atuação. As entrevistas foram preenchidas digitalmente, por meio de um questionário eletrônico disponível na Internet. Cinquenta e duas pessoas, equivalente a 69,3% do total de entrevistados, responderam à pesquisa de opinião.

Após análise crítica de cada questionário respondido, as informações foram processadas no programa de computador *OpenOffice.org Calc*, o que possibilitou a criação de um banco de dados, a partir do qual foi traçado o seguinte perfil do público consultado:

- Quanto às áreas de atuação dos entrevistados, 1,9% indicou ter ocupação administrativa; 1,9% indicou atuação em educação; 11,5% em gerência de projetos; 13,5% em informática; 3,8% em marketing, propaganda e

publicidade; 9,6% indicou atividades relacionadas ao meio ambiente; 48,1% em pesquisa e desenvolvimento; 5,8% em planejamento e o restante (3,9%) em outras áreas não citadas;

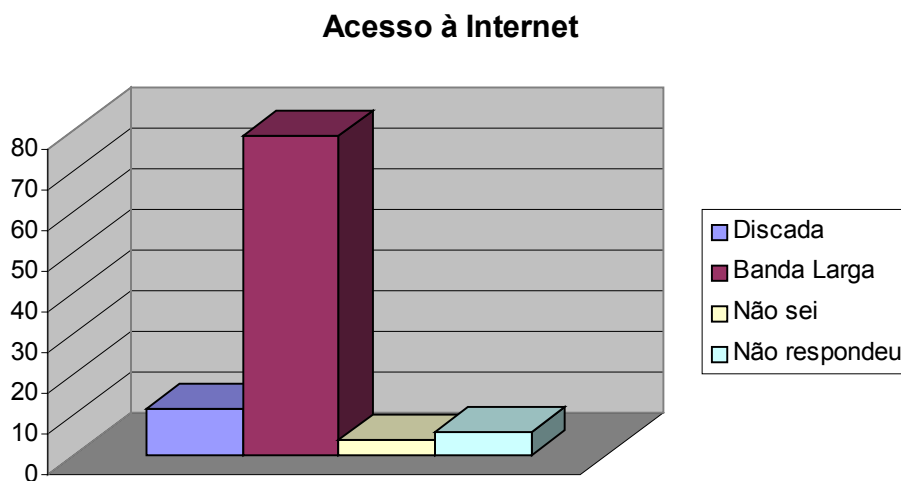
- Quanto à escolaridade, 26,9% indicou nível superior; 34,7% mestrado; 26,9% doutorado; 9,6% pós-doutorado e 1,9% dos entrevistados não respondeu e
- Quanto ao sexo, 25% eram mulheres e 75% homens. A predominância de entrevistados ocorreu nas faixas etárias entre 31 a 40 e 41 a 50 anos (trinta e nove pessoas).

#### 4.2.2 Análise dos Requisitos Não Funcionais do aplicativo *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo

A pesquisa de opinião foi útil na análise dos requisitos não funcionais pois, através da observação dos resultados obtidos, foi possível validar as escolhas dos métodos, técnicas utilizadas e as soluções realizadas na elaboração do SSD.

##### 4.2.2.1 Acesso à Internet

Do total de entrevistados, 78,8% possuía acesso à Internet através de conexão banda larga (Figura 22).



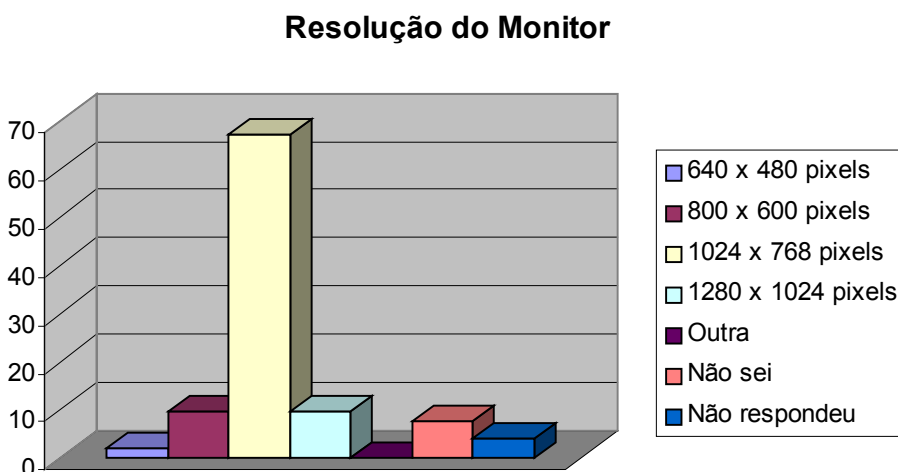
**Figura 22:** Distribuição percentual do tipo de acesso à Internet utilizado pelos entrevistados.



Em 2005 foi registrada a marca de um bilhão de usuários conectados à Internet e o prognóstico foi que este número dobraria em 10 anos (TERRA, 2005). Durante o primeiro trimestre de 2006, o Brasil registrou um aumento de 8% no número de acessos à Internet através de conexões banda larga, atingindo uma base instalada de 4,4 milhões de conexões, segundo dados da pesquisa Barômetro Cisco de Banda Larga, realizada pela IDC Brasil (ABUSAR, 2006). O aumento do acesso à Internet através de banda larga suporta o desenvolvimento de conteúdos mais complexos, incluindo os mapeamentos interativos. De acordo com vários autores como SU *et al.* (2000), COX & COVIL (2002), SAUCHYN (2003) e HALLS (2003) inúmeros mapeamentos foram realizados através do uso dessa tecnologia.

#### 4.2.2.2 Resolução do Monitor

A Figura 23 mostra que, do total de entrevistados, 67,3% têm configurado em seus computadores uma alta resolução para acesso aos aplicativos e à *Web* mostrando acertada a escolha desta resolução no desenvolvimento do aplicativo. O tamanho de cada *pixel* na tela é determinado pela resolução do monitor que é dada a partir de um par de números que indica sua capacidade em largura e altura. O objetivo de incluir esta variável na pesquisa de opinião foi em função de sua interferência na usabilidade do *website*. A *interface* do aplicativo *WebGIS* foi desenhada de forma a apresentar toda sua funcionalidade dentro de uma única tela, sendo dessa forma, melhor visualizada através da resolução de monitor 1024 x 768 *pixels*.

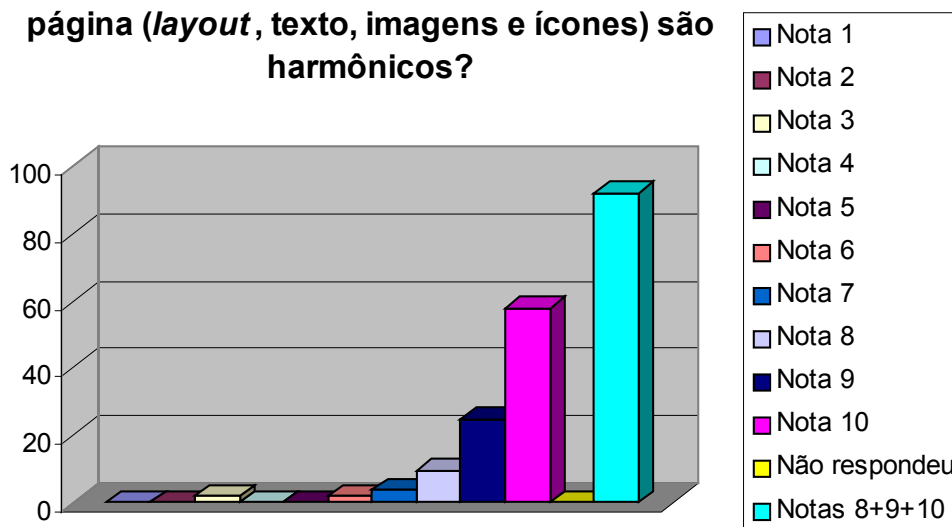


**Figura 23:** Distribuição percentual da resolução do monitor utilizado pelos entrevistados.

### 4.2.2.3 Quesitos Relacionados à Apresentação

A Figura 24 mostra que 92,3% dos entrevistados aprovaram a apresentação harmônica dos elementos de composição de página do trabalho realizado. Na concepção e desenvolvimento da *interface* gráfica do aplicativo, alguns aspectos como forma do *website* (*layout*), redação dos textos, tipografia (tipos de fonte), cores e tamanho reduzido de imagens e ícones foram utilizados de forma a garantir boa navegabilidade e fácil acesso às informações.

#### Apresentação: Os elementos de composição da página (*layout*, texto, imagens e ícones) são harmônicos?



**Figura 24** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a apresentação harmônica dos elementos de composição de página (*layout*, texto, imagens e ícones) do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

A Figura 25 mostra que, na opinião de 90,5% dos participantes da pesquisa, as cores utilizadas no desenvolvimento do aplicativo foram harmônicas. No desenvolvimento de uma *interface*, vários processos distintos se cruzam e interagem com o usuário e assim é fundamental que todas as funções sejam bem diferenciadas umas das outras. A cor, aliada à forma, foi um importante recurso utilizado na etapa de concepção do aplicativo *WebGIS*.

**Apresentação: A composição de cores utilizadas são harmônicas?**

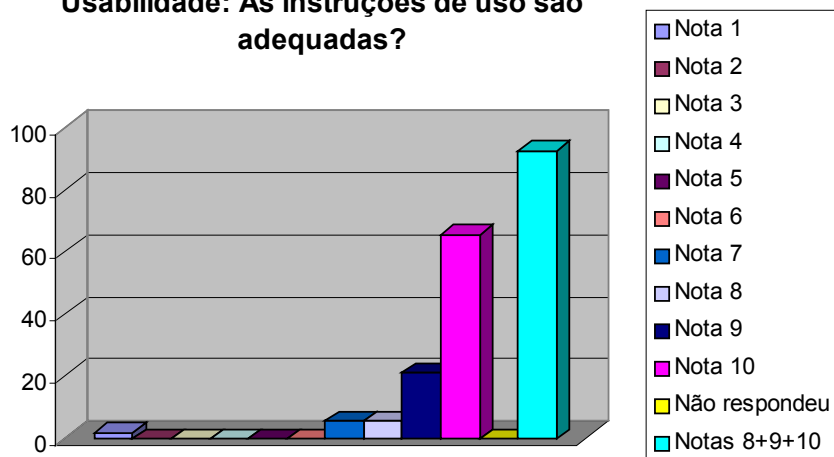


**Figura 25** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a harmonia da composição de cores utilizadas no *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

**4.2.2.4 Quesitos Relacionados à Usabilidade**

A fim de facilitar o uso do aplicativo *WebGIS* foi elaborado um conjunto de instruções, com explicações passo-a-passo sobre como operar o sistema de maneira adequada, o qual pode ser consultado a qualquer momento pelo usuário. Entre os entrevistados, 92,3% avaliaram que as instruções de uso propostas e disponíveis no aplicativo foram adequadas (Figura 26).

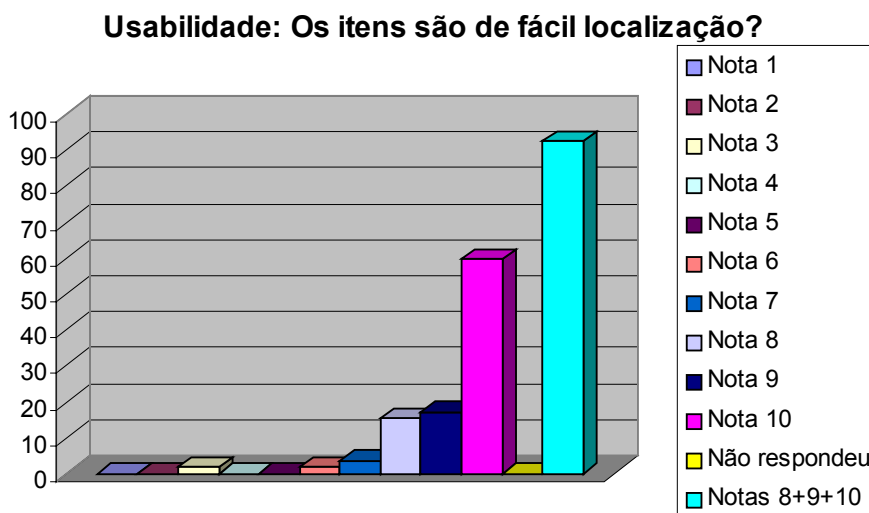
**Usabilidade: As instruções de uso são adequadas?**



**Figura 26** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a adequação das instruções de uso disponíveis no *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

Um dos requisitos não funcionais mais importantes quando da análise de um SSD é sua usabilidade, cuja característica determina se o manuseio de um sistema é fácil e rapidamente aprendido, dificilmente esquecido, não provoca erros operacionais, oferece alto grau de satisfação para seus usuários e resolve eficientemente as tarefas para as quais ele foi projetado. Para garantir a usabilidade do aplicativo *WebGIS* desenvolvido, deu-se atenção aos seus requisitos não funcionais, garantindo qualidade à informação disponível ao usuário (NIELSEN, 2000; NIELSEN & TAHIR, 2002).

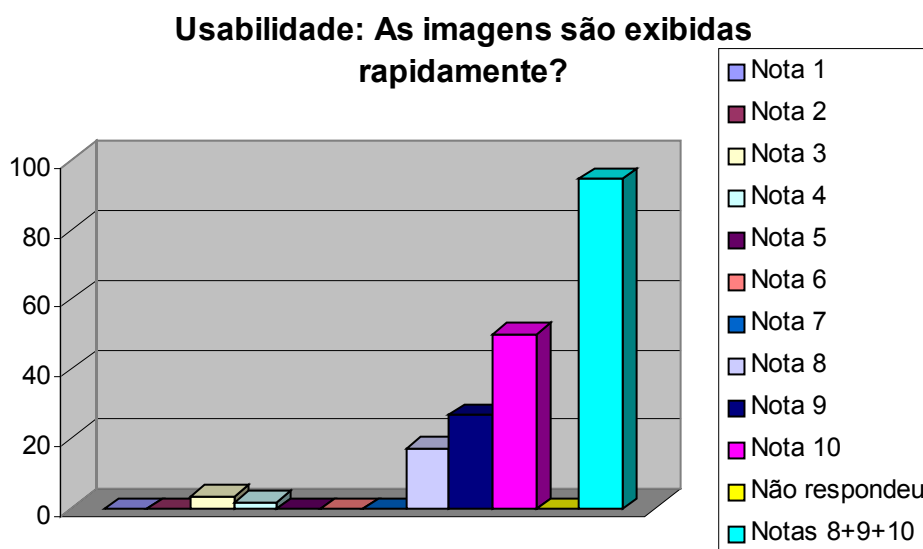
Os resultados apresentados na Figura 27 demonstram que, na opinião de 92,4% dos participantes da pesquisa, a disposição dos itens do aplicativo *WebGIS* são de fácil localização. Na concepção do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo, a organização da informação foi vital para sua utilidade onde a programação de todos os importantes itens foram dispostos dentro da área horizontal da tela.



**Figura 27** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a facilidade de localização dos itens do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

Os usuários acostumaram-se a olhar em certas áreas da tela para encontrar itens específicos. Muitas vezes os usuários deixam passar importantes partes da informação simplesmente porquê ela não é vista. Em geral isso ocorre porquê eles esquecem ou não estão dispostos a rolar a tela em uma direção em particular (especialmente na horizontal), deixando de ver, assim, a informação que está fora da área primária de visualização (SURL, 2006).

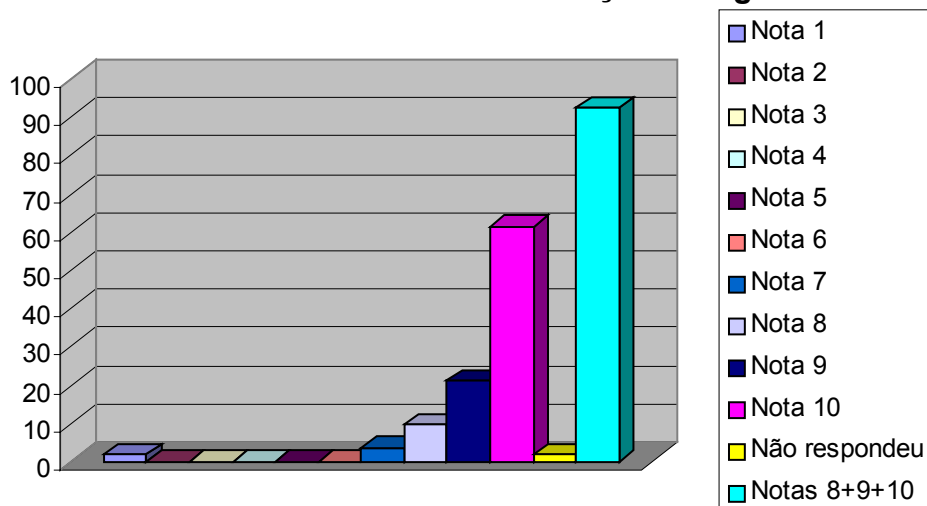
Em função do aplicativo *WebGIS* caracterizar-se por produzir vários mapas sob demanda do usuário, as imagens e ícones que compõem o sistema foram otimizados de forma a acelerar o carregamento do *website* e diminuir ao máximo da largura de banda necessária. Em função desta preocupação, os entrevistados foram questionados sobre a rapidez na exibição das imagens produzidas pelo aplicativo. Os resultados mostraram que 94,3% das respostas atestam a rapidez (Figura 28).



**Figura 28** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a rapidez de exibição das imagens no *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

A pesquisa mostrou que 92,4% dos entrevistados consideraram o fluxo das informações no aplicativo apresentado e disposto de forma lógica (Figura 29). O *WebGIS* foi organizado de forma a refletir, através de indicadores numéricos, a seqüência correta para a geração de mapas. Seguindo esta proposta, mesmo para usuários que desconhecem os sistemas de informação geográficas é possível produzir a geoinformação desejada. Com isso, o fluxo de navegação torna-se consistente, levando à organização das informações e à orientação do usuário.

### Usabilidade: O fluxo das informações é lógico?



**Figura 29** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a lógica do fluxo das informações no *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

Na pesquisa de opinião aplicada, os resultados mostraram que a grande maioria dos entrevistados julgaram os elementos do *site* adequados (Figura 30). Na construção do aplicativo os itens foram agrupados na área de navegação, os termos procuraram ser os mais claros possíveis e foram utilizados para definir as opções de navegação por categorias, ícones de navegação de reconhecimento imediato da classe de itens, *links* identificados entre outros.

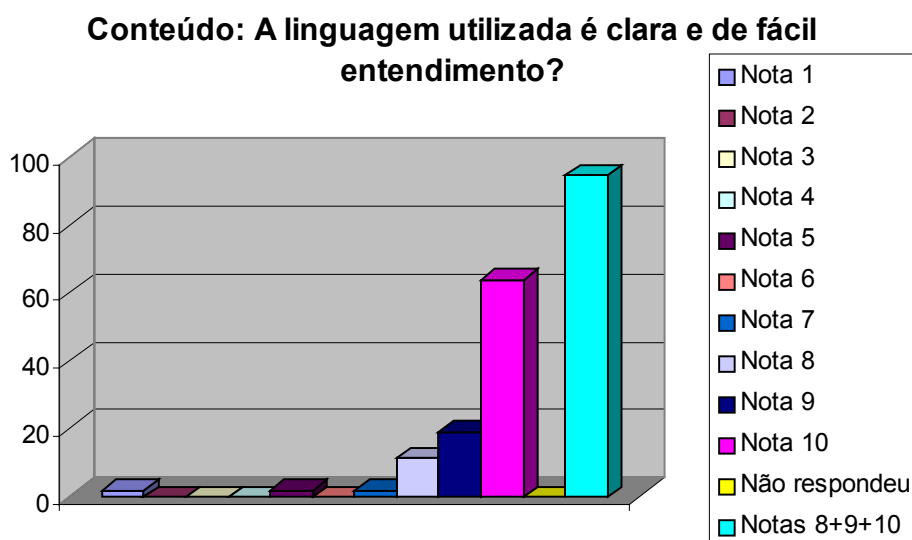
### Usabilidade: Os elementos do *site* (termos e ícones) são adequados?



**Figura 30** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a adequação dos elementos do *site* (termos e ícones) no *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

#### 4.2.2.5 Quesitos Relacionados ao Conteúdo

De acordo com 94,3% dos participantes da pesquisa de opinião, a elaboração deste aplicativo *WebGIS* contemplou, em seus textos, uma linguagem clara e favorável a um ambiente agradável e de fácil entendimento (Figura 31).

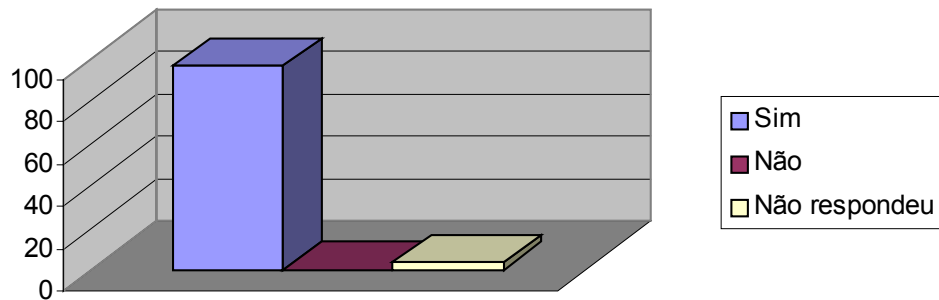


**Figura 31** - Distribuição percentual das notas, obtidas em pesquisa de opinião, sobre a facilidade de entendimento, pelos usuários, da linguagem utilizada na concepção do *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

#### 4.2.3 Viabilidade do *WebGIS* como Instrumento de Planejamento

Aproveitando a oportunidade, a pesquisa de opinião quis também realizar uma enquete sobre a viabilidade do aplicativo *WebGIS* desenvolvido ser utilizado como instrumento de planejamento sobre os riscos climáticos das culturas. A Figura 32 mostra que praticamente a totalidade dos entrevistados (96,2%) confirmou esta viabilidade, corroborando com LEWIS & BARDON (1998) que afirmaram que um importante requisito para qualquer sistema de avaliação de práticas agrícolas é ser um mecanismo capaz de agregar diferentes atividades em um sistema racional e de fácil gerenciamento.

**Enquete: Existe viabilidade deste aplicativo  
*WebGIS* ser utilizado como instrumento de  
planejamento sobre riscos climáticos das  
culturas?**



**Figura 32** - Distribuição percentual da viabilidade do aplicativo *WebGIS* ser utilizado como instrumento de planejamento sobre os riscos climáticos das culturas.

Como implementações futuras sugeridas pelos entrevistados da pesquisa de opinião que poderiam ser realizadas para melhorar o desempenho deste sistema, foram apontados: ajustes na localização das legendas, mais formas para a navegação nos mapas, método de busca entre outras.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e apresentados na execução do presente trabalho permitem concluir que:

- a) A integração entre as geotecnologias e as Tecnologias de Informação (TIs) propiciam o aumento da disponibilidade de dados geoespaciais através da Internet;
- b) A integração de sistemas de informação geográfica (SIGs), sistemas de suporte à tomada de decisão (SSDs) e banco de dados mostrou ser uma técnica eficaz para apoio à tomada de decisão no processo de gestão, facilitando a geração e consulta de geoinformações;
- c) conjunto de ferramentas de TI utilizada foi eficaz na construção de um produto dinâmico e de grande interatividade e usabilidade;



- d) *WebGIS* desenvolvido alinhou-se às expectativas dos usuários quanto à otimização de tempo, comunicação e fácil recuperação dos dados nos processos de tomada de decisão;
- e) Os programas de computador livres favoreceram o desenvolvimento deste aplicativo pois, mesmo para os profissionais de TI sem muita experiência em programação, o *MapServer* fornece um conjunto de regras que especificam como devem ser estabelecidas as intercomunicações entre um servidor *WWW* e esse sistema servidor de mapas (*CGIs*), com inúmeras funcionalidades para desenvolvimento de aplicações mais simples de SIGs em ambiente *Web*. Para programadores mais experientes, o *MapServer* fornece um conjunto completo de rotinas e padrões estabelecidos por este servidor de mapas para utilização de suas funcionalidades (*APIs*), que podem ser acessados através de linguagens de programação como *PHP*, *Java* e *C*;
- f) A conjuntura atual fez da tecnologia de mapeamentos interativos *MapServer* uma alternativa real e viável. O fato de ser uma das aplicações de código aberto para área de geotecnologias, com inúmeros casos de sucesso ao redor do mundo, foi possível obter ajuda em inúmeras comunidades de usuários dentro e fora do país, durante o desenvolvimento do trabalho;
- g) A força de trabalho envolvida na construção deste aplicativo *WebGIS* foi mínima, tornando-o um produto simples, de fácil utilização e manutenção, favorecendo sua implantação entre os mais variados segmentos das áreas públicas e/ou privadas;
- h) A pesquisa de opinião adotada como metodologia de validação deste trabalho mostrou o alinhamento entre a concepção do produto e as expectativas e exigências do seu público-alvo potencial. Ainda em relação à validação, os níveis de concordância encontrados entre o SSD e os entrevistados podem ser considerados altamente satisfatórios;
- i) Como é por meio da *interface* com o usuário que a comunicação entre o mesmo e um SSD é estabelecida, sua concepção foi centrada no usuário, garantindo que suas necessidades fossem atendidas pelo aplicativo *WebGIS* de forma transparente;

- j) O aplicativo concebido pode ser utilizado como instrumento de planejamento sobre os riscos climáticos das culturas favorecendo a gestão de políticas públicas e
- k) Pelas conclusões apresentadas, o SSD desenvolvido pode ser utilizado com segurança para a gestão da geoinformação balanço hídrico no Estado de São Paulo, pois mostrou-se como uma ferramenta eficaz, permitindo através de seus resultados avaliar o território do Estado como um todo ou uma determinada região, contribuindo e dando mais agilidade e apoio aos processos decisórios.

## 6 REFERÊNCIAS

ABUSAR. **Associação Brasileira dos Usuários de Acesso Rápido**. Disponível em: <<http://www.abusar.org/dadosbrasil.html/>>. Acesso em: 10 mai. 2006.

ALFONSI, R. R.; PEDRO JR, M. J.; CAMARGO, M. B. P. ; ORTOLANI, A. A.; BRUNINI, O.; CHIAVEGATTO, O. M. D. P. Zoneamento agroclimático e probabilidade de atendimento hídrico para as culturas de soja, milho, arroz de sequeiro e feijão no Estado de São Paulo. **Boletim Científico do IAC**, Campinas, SP, v. 37, n. 1, p. 1-37, 1995.

AMARAL, L. A. M. **PRAXIS - Um Referencial para o planejamento de sistemas de informação**. Portugal, 1994. 251f. Tese (Doutorado) - Universidade do Minho, 1994.

APACHE. **The Apache Software Foundation**. Disponível em: <<http://www.apache.org/>>. Acesso em: 06 abr. 2005.

ARIAV, G.; GINZBERG, M. J. DSS Design: a systemic view of decision support. *Commun. ACM*, v. 28, n.10, p. 1045-1052, 1985.

ARROYO, C. S.; MERLO, E. M.; SIMÕES, A. X. A economia do software de fonte aberta: razões que levam os desenvolvedores de software a participar das comunidades de fonte aberta. In: International Conference, 3th., São Paulo, 2003. **Management in Iberoamerican Countries: Current Trends and Future Prospects**. São Paulo, 2003. 30p.

BATTLE, M. T. Changing computer use in agriculture: evidence from Ohio. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 47, p. 1-13, 2005.

BERNERS-LEE, T.; CAILLIOU, R.; NIELSEN, H. F. The World Wide Web. **Communication of the ACM**, v. 37, n. 8, p. 76-82, 1994.

BIO, S. R. **Sistemas de informação: um enfoque gerencial**. Ed. São Paulo: Atlas, 1985.

BROCHURE. **Brochure Design Publishing Terms**. Disponível em: <<http://www.brochure-design.com/brochure-design-publishing-terms.html>>. Acesso em: 04 mai. 2005.

BOUGHTON, W. Catchment water balance modelling in Austrália 1960-2004. **Agricultural Water Management**, v. 71, p. 91-116, 2005.

BOUSQUET, F.; PAGE, C. Le. Multi-agent simulations and ecosystem management: a review. **Ecological Modelling**, v. 176, p. 313-332, 2004.

CAPUTI, E. **WebGIS Balanço Hídrico no Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.webgisbh.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 05 out. 2005.

CAPUTI, E.; PIEROZZI JR., I. **Open source na Embrapa Monitoramento por Satélite**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. 22 p., il. (Documentos, 41).

CARVALHO, C. A.; PIEROZZI JR., I. **WebGIS na Embrapa Monitoramento por Satélite: Integração de arquitetura e tecnologia da informação para disseminação de geoinformação na Internet**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. 2004. 30p., il. (Documentos, 36).

CGI. **The Common Gateway Interface**. Disponível em: <<http://hoohoo.ncsa.uiuc.edu/cgi/>>. Acesso em: 10 out. 2005.

CHOWDARY, V. M.; RAO, N. H.; SARMA, P. B. S. GIS-based decision support system for groundwater assessment in large irrigation project areas. **Agricultural Water Management**, v. 62, p. 229-252, 2003.

CIIAGRO. **Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas**. Disponível em: <<http://ciiagro.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 02 set. 2005.

COX, S. J. D.; COVIL, K. D. Accessing Australian geodynamic information: the AGCRC website. **Australian Journal of Earth Sciences**, v. 49, p. 613-622, 2002.

DANGERMOND, J. Where is the technology leading us? In: GIS '91 Symposium Proceedings, Vancouver, 1991. **Proceeding**. Vancouver: Forestry Canada, 1991. v. 1, p. 1-5.

DECKER, D. J.; CHASE, L. C. Human dimensions of living with wildlife: a management challenge for the 21<sup>st</sup> century. **Wildlife Society Bulletin**, v. 25, p. 788-795, 1997.

ELLIS, E. A.; BENTRUP, G.; SCHOENEBERGER, M. M. Computer-based tools for decision support in agro forestry: Current state and future needs. **Agroforestry Systems**, v. 61-62, n.1-3, p. 401-421, 2004.

ENGEL, B. A., CHOI, J. Y., HARBOR, J. PANDEY, S. Web-based DSS for hydrologic impact evaluation of small watershed land use changes. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 39, p. 241-249, 2003.

ESRI. **ESRI GIS and mapping software**. Disponível em: <<http://www.esri.com>>. Acesso em: 02 set. 2005.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em <<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/countries/brazil/index.stm>>. Acesso em: 05 mai. 2005.

FAYER, M. J.; GE, G. W.; ROCKHOLD, M. L.; FRESHEY, M. D.; WALTERS, T. B. Estimating recharge rates for a groundwater model using a GIS. **Journal Environmental Quality**, v. 25, p. 510-518, 1996.

FRANKLINT, F. **ASP: Active Server Pages: técnicas e estratégias**. 7 ed. São Paulo: Érica, 2003. 346p.

FSF. **The Free Software Foundation**. Disponível em: <<http://www.fsf.org/philosophy/categories.html>>. Acesso em: 05 mai. 2005.

FURLAN, J. D. **Reengenharia da informação**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora, 1994.

GAUTHIER, L.; NÉEL, T. SAGE: An object-oriented framework for the construction of farm decision support systems. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 16, p. 1-20, 1996.

GILLAVRY, E. M. **Cartographic aspects of WebGIS-software**. Department of Cartography Utrecht University. Disponível em: <<http://cartography.geog.uu.nl/students/scripts.html>>. Acesso em: 06 mai 2005.

GNU. **The GNU operation system**. Disponível em: <<http://www.gnu.org>>. Acesso em: 05 mai. 2005.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Portal do Governo do Estado de São Paulo**. Disponível em <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/>>. Acesso em: 04 set 2005.

GRAHAM, P., MACLEAN, L., MEDINA, D., PATWARDHAN, A., VASARHELYI, G. The role of water balance modelling in the transition to low impact Development. **Water Quality Resource Journal**, v. 39, n. 4, p. 331-342, 2004.

HALLS, J. N. River run: na interactive GIS and dynamic graphing website for decision support and exploratory data analysis of water quality parameters of the lower Cape Fear river. **Environmental Modelling & Software**, v. 18, p. 513-520, 2003.

HARDER, C. Serving maps on the Internet. Redlands, CA: **Environmental Systems Research Institute Inc**, 1998. 130 p.

HARTKAMP, A. D.; WHITE, J. W.; HOOGENBOOM, G. Interfacing geographic information systems with agronomic modelling: a review. **Agronomy Journal**, v. 91, p. 761-772, 1999.

HEIM, M. **The metaphysics of virtual reality**. Oxford Press, 1993.

HEINEMANN, A. B.; HOOGENBOOM, G. Optimization of the capacity of center pivot irrigation systems based on drybean model CROPGRO: annual report of the Bean Improvement. **The XXXXIII Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 43, p.132-133, 2000.

HOAG, D. L.; ASCOUGH II, J. C.; FRASIER, W. M. Will farmers use computers for resource and environmental management? **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 55, n. 4, p. 456, 2000.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp>>. Acesso em: 02 set. 2005.

ISO-IEC 9241-11. **Ergonomic requirements for office work with visual displays terminals**. ISO, Geneva, 1998.

KALITA, P. K.; KANWAR, R. S.; BISCHOFF, J. H. Using the adapt model to simulate water table management effects on groundwater quality. **American Society of Agricultural Engineers**, ASAE Paper 92-2121/92-3010, p.1-27, 1992.

KAR, G.; VERMA, H. N. Climatic water balance, probable rainfall, rice crop water requirements and cold periods in AER 12.0 in India. **Agricultural Water Management**, v. 72, p. 15-32, 2005.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

LEICA GEOSYSTEMS. **Leica Geosystems AG**. Disponível em: <<http://www.leica-geosystems.com>>. Acesso em: 02 set. 2005.

LEITÃO, A. B.; AHERN, J. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. **Landscape and Urban Planning**. v. 59, p. 65-93, 2002.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LEWIS, K. A.; BARDON, K. S. A computer-based informal environmental management system for agriculture. **Environmental Modelling & Software**, v. 13, p. 123-137, 1998.

LIEBIG, M. A., MILLER, M. E., VARVEL, G. E., DORAN, J. W., HANSON, J. D. AEPAT: Software for assessing agronomic and environmental performance of management practices in long-term agroecosystem experiments. **Agronomy Journal**, ASA, v. 96, p. 109-115, 2004.

LIOR, S. K. Integrating data for automation. **Water Environmental Technology**, v. 8, n. 7, 65 p., 1996.

MAPSERVER. **MapServer homepage University of Minnesota**. Disponível em: <<http://MapServer.gis.umn.edu/>>. Acesso em: 08 abr. 2005.

MARQUELLI, W. A. **Análise de distribuição das probabilidades de chuva, visando ao manejo de irrigação suplementar**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1993. 123p.

MIRANDA, E. E. de; COUTINHO, A. C. (Coord.). **Brasil visto do espaço**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 26 jun. 2005.

MIRANDA, J. I. **Diretivas para disponibilizar mapas na Internet**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. 29p. (Série Documentos, 14).

NAESSET, E. Geographical information systems in long-term forest management and planning with special reference to preservation of biological diversity: a review. **Forest Ecology and Management**, v. 93, p. 121-136, 1997.

NIELSEN, J. **Designing web usability**. Indianapolis: News Riders Publishing, 2000. 420p.

NIELSEN, J.; TAHIR, M. **Homepage: usabilidade – 50 websites desconstruídos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 336p.

NIEMI, D. C. **Why software developers benefit from open-source software**. Disponível em: <[http://www.vbsimple.net/index.htm?/news/news\\_09.htm](http://www.vbsimple.net/index.htm?/news/news_09.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2005.

NUTE, D., POTTER, W. D., MAIER, F., WANG, J., TWERY, M., RAUSCHER, H. M., KNOPP, P. THOMASMA, S., DASS, M., UCHIYAMA, H., GLENDE, A. NED-2: an agent-based decision support system for forest ecosystem management. **Environmental Modelling & Software**, v. 19, p. 831-843, 2004.

NUTHALL, P. L. Case studies of the interactions between farm profitability and the use of a farm computer. **Computer Electronics Agriculture**, v. 42, p.19-30, 2004.

OGC. **Open Geospatial Consortium**. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org>>. Acesso em: 13 fev. 2006.

OLIVEIRA, D. de P. R. de. **Sistemas de informações gerenciais: estratégias, táticas operacionais**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

OSI. **Open Source Initiative**. Disponível em: <<http://www.opensource.org>>. Acesso em: 18 ago. 2005.

PARK, T.; MISHRA, A. Internet usage by farmers: evidence from a national survey. **Selected paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting**, p. 27-30, 2004.

PENG, Z. **An assessment of the development of Internet GIS**. Disponível em: <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to550/pap526/p526.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2005.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA. N. A.; SEDIYAMA.G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PEREIRA, A L. G. **Copyright x Copyleft: uma análise marxista da indústria de software**. Cadernos do SepAdm, Salvador, n.1, 2004. Disponível em: <[http://www.adm.ufba.br/copyright\\_copyleft-uma\\_analise.pdf](http://www.adm.ufba.br/copyright_copyleft-uma_analise.pdf)>. Acesso em 30 set. 2005.

PHP. **Hypertext Preprocessor**. Disponível em: <<http://www.php.net/>>. Acesso em: 15 mai. 2005.

PIEROZZI JR., I.; GOMES, E.G.; ALENCAR, M. de C.F.; CARVALHO, C.A. Análise da dinâmica de uso e de desempenho: o caso do website da Embrapa Monitoramento por Satélite. **Ciência da Informação**, Brasília, v.3, n.1, p.102-114, jan./abr. 2003.

PORTOGUESE, I.; URICCHIO, V.; VURRO, M. A GIS tool for hydrogeological water balance evaluation on a regional scale in semi-arid environments. **Computers & Geosciences**, v. 31, p. 15-27, 2005.

POWER, D. J. **Decision support systems glossary**. **DSS Resources, World Wide Web**. Disponível em: <<http://DSSResources.com/glossary/>>. Acesso em: 10 abr. 2005.

RAO, M. N.; WAITS, D. A.; NEILSEN, M. L. A GIS-based modeling approach for implementation of sustainable farm management practices. **Environmental Modelling & Software**, v. 15, p. 745-753, 2000.

RAUSCHER, H. M. Ecosystem management decision support for federal forests in the United States: A review. **Forest Ecology and Management**, v.114, p. 173-197, 1999.

REZENDE, D. A.; ABREU, A. F. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais**. São Paulo: Atlas, 2000.

RNP. **Rede Nacional de Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <[http://www.rnp.br/\\_arquivo/documentos/ref0125d.pdf](http://www.rnp.br/_arquivo/documentos/ref0125d.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2005.

ROAZA, H.; ROAZA, R. M.; JEFFRY, R. W. Integrating geographic information systems in groundwater applications using numerical modelling techniques. **Water Resource Bulletin**, v. 29, n. 4, p. 847-860, 1993.

SATTI, S. R.; JACOBS, J. M. A GIS-based model to estimate the regionally distributed drought water demand. **Agricultural Water Management**, v.66, p. 1-13, 2004.

SAUCHYN, D. J.; JOSS, B. N.; NYIRFA, W. N. Sharing the geo-referenced results of climate change impact research. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 88, p. 389-397, 2003.

SCHUMANN, A. H.; GEYER, J. GIS-based ways for considering spatial heterogeneity of catchments characteristics. **Physical Chemistry Earth (B)**, v. 25, n. 7-8, p. 691-694, 2000.



SIGRH. **Sistema de informações para o gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 set. 2005.

SKIDMORE, A. K. An operational GIS expert system for mapping forest soils. *Photogram. Engineering Remote System*, v. 62, p. 515, 1996.

SMITH, M. The application of climatic data for planning and management of sustainable rainfed and irrigated crop production. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 103, p. 99-108, 2000.

STAIR, Ralph M. **Princípios de sistemas de informações uma abordagem Gerencial**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

STONER, J.; FREEMAN, A. **Administração**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1999.

SOLEY, W. B.; PIERCE, R. R.; PERLMAN, H. A. **Estimated use of water in the United States in 1995**. U.S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior, 1998. Circular 1200.

SPOT. *Satellite pour l'observation de la terre image - SICORP*. Disponível em: <<http://www.spot.com/>>. Acesso em: 03 set. 2005.

SU, Y.; SLOTOW, J.; MOZES, A. Distributing proprietary geographic data on the World Wide Web – UCLA GIS Database and Map Server. *Computers & Geosciences*, v. 26, p. 741-749, 2000.

SURL. **Software Usability Research Lab**. Disponível em: <[http://psychology.wichita.edu/surl/usabilitynews/3W/Web\\_object.htm](http://psychology.wichita.edu/surl/usabilitynews/3W/Web_object.htm)>. Acesso em: 06 mai. 2006.

SWEENEY, M. W. Geographic information systems. *Water Environment Research*, v. 69, n. 4, p. 419-422, 1997.

TERRA. **Terra Networks Brasil SA**. Disponível em: <<http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI810693-EI4802,00.html>>. Acesso em: 29 dez. 2005.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, New York, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATTER, J. R. **The water balance**. Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Tecnology, 1955. 104p.

TORRES, N. A. **Competitividade empresarial com a TI**. São Paulo: Makron Books, 1995.

TUNG, N. H. **Planejamento e controle financeiro das empresas agropecuárias**. São Paulo: Edições Universidade/Empresa, 1990.

UNICAMP. **Universidade Estadual de Campinas.** Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/PooJava/network/http.html>>. Acesso em: 09 mai. 2005.

W3C. **World Wide Web Consortium.** Disponível em: <<http://www.w3.org/>>. Acesso em: 11 mai. 2005.

WOOLDRIDGE, M. Intelligent agents. In: WEISS, G. (Ed.), Multiagent systems. A modern approach to distributed artificial intelligence. **MIT Press**, p. 27-78, 1999.

WUTKE, E.B.; ARRUDA, F.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G.M.B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.621-33, 2000.

## 7 ANEXOS

### 7.1 Anexo I

#### **Licenças de *Software* Livre**

Este anexo contém algumas licenças empregadas na publicação de programas de computador com código fonte livre. Algumas delas, na versão original em inglês. A licença descrita abaixo é uma tradução não oficial da Licença Pública Geral GNU ("GPL GNU") para o português do Brasil. Apenas o texto oficial da GPL GNU em inglês afirma legalmente os termos de distribuição de *software* que utiliza este tipo de licença. Este documento oficial encontra-se disponível no *website* da *Free Software Foundation* (FSF, 2005).

##### **7.1.1 GPL - Licença Pública Geral GNU**

*(Texto reproduzido do original disponível em <<http://www.fsf.org> >).*

As licenças de muitos programas de computador são desenvolvidas para restringir sua liberdade de compartilhá-lo e mudá-lo. Contrária a isso, a Licença Pública Geral GNU pretende garantir sua liberdade de compartilhar e alterar os programas de computador com código fonte livres, garantindo que o programa será livre e gratuito para os seus usuários. Esta Licença Pública Geral aplica-se à maioria dos programas da *Free Software Foundation* e a qualquer outro programa cujo autor decida aplicá-la. (Alguns outros programas de computador da FSF são cobertos pela Licença Pública Geral de Bibliotecas). Pode-se aplicá-la também aos seus programas.

Quando nos referimos a programa de computador com código fonte livre, estamos nos referindo à liberdade e não ao preço. Nossa Licença Pública Geral foi desenvolvida para garantir que se tenha liberdade de distribuir cópias de programas de computador com código fonte livre (e cobrar por isso, se quiser); que se receba o código fonte ou tenha acesso à ele, se quiser; que se possa mudar o programa ou utilizar partes dele em novos programas livres e gratuitos; e que se saiba que pode fazer tudo isso.

Para proteger seus direitos, precisamos fazer restrições que impeçam a qualquer um negar estes direitos ou solicitar que se abduque deles. Estas restrições traduzem-se em certas responsabilidades para o desenvolvedor, se for distribuir cópias do programa ou modificá-lo.

Por exemplo, ao se distribuir cópias de um programa, gratuitamente ou por alguma quantia, deve-se fornecer aos usuários todos os direitos que se possui. Deve ser garantido que os usuários também recebam ou possam obter o código fonte. Deve ser mostrado aos usuários estes termos para que eles possam conhecer seus direitos.

Nós protegemos seus direitos em dois passos: (1) com *copyright* do *software* e (2) com a oferta desta licença, que lhe dá permissão legal para copiar, distribuir e/ou modificar o *software*.

Além disso, tanto para a proteção do autor quanto a nossa, gostaríamos de certificar-nos que todos entendam que não há qualquer garantia nestes programas de computador com código fonte livres. Se o programa é modificado por alguém mais e passado adiante, queremos que seus usuários saibam que o que eles obtiveram não é original, de forma que qualquer problema introduzido por terceiros não interfira na reputação do autor original.

Finalmente, qualquer programa é ameaçado constantemente por patentes de programas de computador. Queremos evitar o perigo de que distribuidores de programas de computador com código fonte livre obtenham patentes individuais, o que tem o efeito de tornar o programa proprietário. Para prevenir isso, deixamos claro que qualquer patente tem que ser licenciada para uso livre e gratuito por qualquer pessoa ou, então, que nem necessite ser licenciada.

Os termos e condições precisas para cópia, distribuição e modificação encontram-se abaixo:

## **LICENÇA PÚBLICA GERAL GNU**

### **Termos e condições para cópia, distribuição e modificação**

0. Esta licença se aplica a qualquer programa ou outro trabalho que contenha um aviso colocado pelo detentor dos direitos autorais informando que aquele pode ser distribuído sob as condições desta Licença Pública Geral. O "Programa" abaixo refere-se a qualquer programa ou trabalho, e "trabalho

baseado no Programa" significa tanto o Programa em si como quaisquer trabalhos derivados, de acordo com a lei de direitos autorais: isto quer dizer um trabalho que contenha o Programa ou parte dele, tanto originalmente ou com modificações, e/ou tradução para outros idiomas. (Doravante o processo de tradução está incluído sem limites no termo "modificação".) Cada licenciado é mencionado como "você".

Atividades outras que a cópia, a distribuição e modificação não estão cobertas por esta Licença; elas estão fora de seu escopo. O ato de executar o Programa não é restringido e o resultado do Programa é coberto apenas se seu conteúdo contenha trabalhos baseados no Programa (independentemente de terem sido gerados pela execução do Programa). Se isso é verdadeiro depende do que o programa faz.

1. Você pode copiar e distribuir cópias fiéis do código fonte do Programa da mesma forma que você o recebeu, usando qualquer meio, deste que você conspícua e apropriadamente, publique em cada cópia um aviso de direitos autorais e uma declaração de inexistência de garantias; mantenha intactas todos os avisos que se referem a esta Licença e à ausência total de garantias; e forneça a outros recebedores do Programa uma cópia desta Licença, junto com o Programa.

Você pode cobrar pelo ato físico de transferir uma cópia e pode, opcionalmente, oferecer garantia em troca de pagamento.

2. Você pode modificar sua cópia ou cópias do Programa, ou qualquer parte dele, assim gerando um trabalho baseado no Programa, e copiar e distribuir essas modificações ou trabalhos sob os termos da Seção 1 acima, desde que você também se enquadre em todas estas condições:

- a) Você tem que fazer com que os arquivos modificados levem avisos proeminentes, afirmando que você alterou os arquivos, incluindo a data de qualquer alteração.

- b) Você tem que fazer com que quaisquer trabalhos que você distribua ou publique e que, integralmente ou em partes, contenham ou sejam derivados do Programa ou de suas partes, sejam licenciados, integralmente e sem custo algum para quaisquer terceiros, sob os termos desta Licença.
  
- c) Se qualquer programa modificado normalmente lê comandos interativamente quando executados, você tem que fazer com que, quando iniciado tal uso interativo da forma mais simples, seja impresso ou mostrado um anúncio de que não há qualquer garantia (ou então que você fornece a garantia) e que os usuários podem redistribuir o programa sob estas condições, ainda informando os usuários como consultar uma cópia desta Licença. (Exceção: se o Programa em si é interativo mas normalmente não imprime estes tipos de anúncios, seu trabalho baseado no Programa não precisa imprimir um anúncio.)

Estas exigências aplicam-se ao trabalho modificado como um todo. Se Seções identificáveis de tal trabalho não são derivadas do Programa, e podem ser razoavelmente consideradas trabalhos independentes e separados por si só, então esta Licença, e seus termos, não se aplicam a estas seções quando você distribuí-las como trabalhos em separado. Mas quando você distribuir as mesmas seções como parte de um todo que é trabalho baseado no Programa, a distribuição como um todo tem que se enquadrar nos termos desta Licença, cujas permissões para outros licenciados se estendem ao todo, portanto também para cada e toda parte independente de quem a escreveu.

Desta forma, esta Seção não tem a intenção de reclamar direitos os contestar seus direitos sobre o trabalho escrito completamente por você; ao invés disso, a intenção é a de exercitar o direito de controlar a distribuição de trabalhos, derivados ou coletivos, baseados no Programa.

Adicionalmente, a mera adição ao Programa de outro trabalho não baseado no Programa (ou de trabalho baseado no Programa) em um volume de armazenamento ou meio de distribuição não faz o outro trabalho parte do escopo desta Licença.

3. Você pode copiar e distribuir o Programa (ou trabalho baseado nele, conforme descrito na Seção 2) em código objeto ou em forma executável sob os termos das Seções 1 e 2 acima, desde que você faça um dos seguintes:
- a) Esteja acompanhado com o código fonte completo e em forma acessível por máquinas, que tem que ser distribuído sob os termos das Seções 1 e 2 acima e em meio normalmente utilizado para o intercâmbio de *software*; ou,
  - b) Esteja acompanhado com uma oferta escrita, válida por pelo menos três anos, de fornecer a qualquer um, com um custo não superior ao custo de distribuição física do material, uma cópia do código fonte completo e em forma acessível por máquinas, que tem que ser distribuído sob os termos das Seções 1 e 2 acima e em meio normalmente utilizado para o intercâmbio de *software*; ou,
  - c) Esteja acompanhado com a informação que você recebeu em relação à oferta de distribuição do código fonte correspondente. (Esta alternativa é permitida somente em distribuição não comerciais, e apenas se você recebeu o programa em forma de código objeto ou executável, com oferta de acordo com a Subseção b acima).

O código fonte de um trabalho corresponde à forma de trabalho preferida para se fazer modificações. Para um trabalho em forma executável, o código fonte completo significa todo o código fonte de todos os módulos que ele contém, mais quaisquer arquivos de definição de "interface", mais os "*scripts*" utilizados para se controlar a compilação e a instalação do executável. Contudo, como exceção especial, o código fonte distribuído não precisa incluir qualquer componente normalmente distribuído (tanto em forma original quanto binária) com os maiores componentes (o compilador, o "*kernel*" etc.) do sistema operacional sob o qual o executável funciona, a menos que o componente em si acompanhe o executável.

Se a distribuição do executável ou código objeto é feita através da oferta de acesso a cópias de algum lugar, então ofertar o acesso equivalente a cópia, do mesmo

lugar, do código fonte equivale à distribuição do código fonte, mesmo que terceiros não sejam compelidos a copiar o código fonte com o código objeto.

4. Você não pode copiar, modificar, sub-licenciar ou distribuir o Programa, exceto de acordo com as condições expressas nesta Licença. Qualquer outra tentativa de cópia, modificação, sub licenciamento ou distribuição do Programa não é válida, e cancelará automaticamente os direitos que lhe foram fornecidos por esta Licença. No entanto, terceiros que de você receberam cópias ou direitos, fornecidos sob os termos desta Licença, não terão suas licenças terminadas, desde que permaneçam em total concordância com ela.

5. Você não é obrigado a aceitar esta Licença já que não a assinou. No entanto, nada mais o dará permissão para modificar ou distribuir o Programa ou trabalhos derivados deste. Estas ações são proibidas por lei, caso você não aceite esta Licença. Desta forma, ao modificar ou distribuir o Programa (ou qualquer trabalho derivado do Programa), você estará indicando sua total aceitação desta Licença para fazê-los, e todos os seus termos e condições para copiar, distribuir ou modificar o Programa, ou trabalhos baseados nele.

6. Cada vez que você redistribuir o Programa (ou qualquer trabalho baseado nele), os recebedores adquirirão automaticamente do licenciador original uma licença para copiar, distribuir ou modificar o Programa, sujeitos a estes termos e condições. Você não poderá impor aos recebedores qualquer outra restrição ao exercício dos direitos então adquiridos. Você não é responsável em garantir a concordância de terceiros a esta Licença.

7. Se, em consequência de decisões judiciais ou alegações de violação de patentes ou quaisquer outras razões (não limitadas a assuntos relacionados a patentes), condições forem impostas a você (por ordem judicial, acordos ou outras formas) e que contradigam as condições desta Licença, elas não o livram das condições desta Licença. Se você não puder distribuir de forma a satisfazer simultaneamente suas obrigações para com esta Licença e para com as outras obrigações pertinentes, então como consequência você não poderá distribuir o



Programa. Por exemplo, se uma licença de patente não permitirá a redistribuição, livre de "*royalties*", do Programa, por todos aqueles que receberem cópias direta ou indiretamente de você, então a única forma de você satisfazer a ela e a esta Licença seria a de desistir completamente de distribuir o Programa.

Se qualquer parte desta Seção for considerada inválida ou não aplicável em qualquer circunstância particular, o restante da Seção se aplica, e a Seção como um todo se aplica em outras circunstâncias.

O propósito desta Seção não é o de induzi-lo a infringir quaisquer patentes ou reivindicação de direitos de propriedade outros, ou a contestar a validade de quaisquer dessas reivindicações; esta Seção tem como único propósito proteger a integridade dos sistemas de distribuição de *software* livres, o que é implementado pela prática de licenças públicas. Várias pessoas têm contribuído generosamente e em grande escala para os *software* distribuídos usando este sistema, na certeza de que sua aplicação é feita de forma consistente; fica a critério do autor/doador decidir se ele ou ela está disposto a distribuir *software* utilizando outro sistema, e um licenciado não pode impor qualquer escolha.

Esta Seção destina-se a tornar bastante claro o que se acredita ser consequência do restante desta Licença.

8. Se a distribuição e/ou uso do Programa são restringidos em certos países por patentes ou direitos autorais, o detentor dos direitos autorais original, e que colocou o Programa sob esta Licença, pode incluir uma limitação geográfica de distribuição, excluindo aqueles países de forma a tornar a distribuição permitida apenas naqueles ou entre aqueles países então não excluídos. Nestes casos, esta Licença incorpora a limitação como se a mesma constasse escrita nesta Licença.

9. A *Free Software Foundation* pode publicar versões revisadas e/ou novas da Licença Pública Geral de tempos em tempos. Estas novas versões serão similares em espírito à versão atual, mas podem diferir em detalhes que resolvem novos problemas ou situações.

A cada versão é dada um número distinto. Se o Programa especifica um número de versão específico desta Licença que se aplica a ele e a "qualquer nova versão", você tem a opção de aceitar os termos e condições daquela versão ou de qualquer outra versão publicada pela *Free Software Foundation*. Se o programa não especifica um número de versão desta Licença, você pode escolher qualquer versão já publicada pela *Free Software Foundation*.

10. Se você pretende incorporar partes do Programa em outros programas livres cujas condições de distribuição são diferentes, escreva ao autor e solicite permissão. Para o *software* que a *Free Software Foundation* detém direitos autorais, escreva à *Free Software Foundation*; às vezes nós permitimos exceções a este caso. Nossa decisão será guiada pelos dois objetivos de preservar a condição de liberdade de todas as derivações do nosso *software* livre, e de promover o compartilhamento e reutilização de *software* em aspectos gerais.

#### **Ausência de garantias**

11. UMA VEZ QUE O PROGRAMA É LICENCIADO SEM ÔNUS, NÃO HÁ QUALQUER GARANTIA PARA O PROGRAMA, NA EXTENSÃO PERMITIDA PELAS LEIS APLICÁVEIS. EXCETO QUANDO EXPRESSADO DE FORMA ESCRITA, OS DETENTORES DOS DIREITOS AUTORAIS E/OU TERCEIROS DISPONIBILIZAM O PROGRAMA "NO ESTADO", SEM QUALQUER TIPO DE GARANTIAS, EXPRESSAS OU IMPLÍCITAS, INCLUINDO, MAS NÃO LIMITADO A, AS GARANTIAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZAÇÃO E AS DE ADEQUAÇÃO A QUALQUER PROPÓSITO. O RISCO TOTAL COM A QUALIDADE E DESEMPENHO DO PROGRAMA É SEU. SE O PROGRAMA SE MOSTRAR DEFEITUOSO, VOCÊ ASSUME OS CUSTOS DE TODAS AS MANUTENÇÕES, REPAROS E CORREÇÕES.

12. EM NENHUMA OCASIÃO, A MENOS QUE EXIGIDO PELAS LEIS APLICÁVEIS OU ACORDO ESCRITO, OS DETENTORES DOS DIREITOS AUTORAIS, OU QUALQUER OUTRA PARTE QUE POSSA MODIFICAR

E/OU REDISTRIBUIR O PROGRAMA CONFORME PERMITIDO ACIMA, SERÃO RESPONSABILIZADOS POR VOCÊ POR DANOS, INCLUINDO QUALQUER DANO EM GERAL, ESPECIAL, ACIDENTAL OU CONSEQÜENTE, RESULTANTES DO USO OU INCAPACIDADE DE USO DO PROGRAMA (INCLUINDO, MAS NÃO LIMITADO A, A PERDA DE DADOS OU DADOS TORNADOS INCORRETOS, OU PERDAS SOFRIDAS POR VOCÊ OU POR OUTRAS PARTES, OU FALHAS DO PROGRAMA AO OPERAR COM QUALQUER OUTRO PROGRAMA), MESMO QUE TAL DETENTOR OU PARTE TENHAM SIDO AVISADOS DA POSSIBILIDADE DE TAIS DANOS.

### **Fim dos termos e condições**

#### **Como aplicar estes termos aos seus novos programas**

Se um novo programa é desenvolvido e existe a necessidade que seja utilizado amplamente pelo público, a melhor forma de alcançar este objetivo é torná-lo *software* livre que qualquer um pode redistribuir e alterar, sob estes termos.

Para isso, os seguintes avisos devem ser anexados ao programa. É mais seguro anexá-los logo no início de cada arquivo-fonte para reforçarem mais efetivamente a inexistência de garantias e cada arquivo deve possuir pelo menos a linha de *copyright* e uma indicação de onde o texto completo se encontra.

<uma linha que forneça o nome do programa e uma idéia do que ele faz.>

*Copyright* (C) <ano> <nome do autor>

*Este programa é software livre; você pode redistribuí-lo e/ou modificá-lo sob os termos da Licença Pública Geral GNU, conforme publicada pela Free Software Foundation; tanto a versão 2 da Licença como (a seu critério) qualquer versão mais nova.*

*Este programa é distribuído na expectativa de ser útil, mas SEM QUALQUER GARANTIA; sem mesmo a garantia implícita de COMERCIALIZAÇÃO ou de ADEQUAÇÃO A QUALQUER PROPÓSITO EM PARTICULAR. Consulte a Licença Pública Geral GNU para obter mais detalhes.*

*Você deve ter recebido uma cópia da Licença Pública Geral GNU junto com este programa; se não, escreva para a Free Software Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307, USA.*

Deve-se incluir também informações sobre como contactá o autor eletronicamente e por carta.

Se o programa é interativo, faça-o mostrar um aviso breve como este, ao iniciar um modo interativo:

*Gnomovision versão 69, Copyright (C) ano nome do autor  
O Gnomovision não possui QUALQUER GARANTIA; para obter mais detalhes digite  
'show w'. Ele é software livre e você está convidado a redistribuí-lo sob certas  
condições; digite 'show c' para obter detalhes.*

Os comandos hipotéticos *'show w'* e *'show c'* devem mostrar as partes apropriadas da Licença Pública Geral. Claro, os comandos que você usar podem ser ativados de outra forma que *'show w'* e *'show c'*; eles podem até ser cliques do mouse ou itens de um menu, o que melhor se adequar ao programa.

### **7.1.2 Open Source**

*(Texto reproduzido do original disponível em <[http://www.opensource.org/docs/definition\\_plain.html](http://www.opensource.org/docs/definition_plain.html)>).*

### **Início da licença<sup>4</sup>**

Além do código fonte, os termos de distribuição do *software* com código aberto (*Open Source Software*) devem obedecer aos seguintes critérios:

1. **Redistribuição livre:** A licença não pode restringir a venda ou a cessão do *software* como um componente de uma distribuição, ou pacote,

---

<sup>4</sup> A tradução desta licença foi realizada pelo Prof. Roberto Hexsel do Departamento de Informática da Universidade Federal do Paraná.

contendo programas de várias origens distintas. A licença não pode exigir pagamento de *royalties*, ou em moeda, neste tipo de venda.

2. **Código fonte:** O programa deve incluir o código fonte, e a licença deve permitir a distribuição do código fonte, bem como do código compilado (binário). Quando alguma forma de um produto não é distribuída com o código fonte, deve existir um meio bem conhecido de se obter o código fonte, a custo não maior que o da reprodução, mas preferencialmente sem custo e através da Internet. O código fonte deve ser a forma preferencial a partir da qual um programador modificaria o programa. Código escrito deliberadamente de forma confusa não é permitido. Formas intermediárias, tais como a saída de um pré processador ou tradutor, não são permitidas.
3. **Trabalhos derivados:** A licença deve permitir modificações e a produção de trabalhos derivados, e deve permitir que estes sejam redistribuídos sob os mesmos termos da licença do *software* original.
4. **Integridade do código fonte do autor:** A licença pode restringir a distribuição de código fonte modificado, somente se a licença permite a distribuição de “arquivos de diferenças” (*patch files*) juntamente com o código fonte, permitindo assim que o programa modificado seja produzido durante a sua construção. A licença deve explicitamente permitir a distribuição de *software* construído a partir do código fonte modificado. A licença pode exigir que as versões derivadas possuam um nome distinto do original ou um número de versão distinto daquele do *software* original.
5. **Não-discriminação contra pessoas ou grupos:** A licença não pode discriminar contra qualquer pessoa ou grupo de pessoas.
6. **Não-discriminação contra forma de utilização:** A licença não pode restringir a forma de utilização do programa. Por exemplo, a licença não pode restringir a utilização do programa em uma empresa, ou na pesquisa em Genética.
7. **Distribuição da licença:** Os direitos associados a um programa devem se aplicar a todos a quem o programa é redistribuído sem necessidade da emissão de uma licença adicional a, ou por, aqueles.

8. **Licença não pode ser específica a um produto:** Os direitos associados ao programa não podem depender de o programa pertencer a uma distribuição em particular. Se o programa é extraído da distribuição e usado ou distribuído de acordo com os termos da licença do programa, todos aqueles a quem o programa é redistribuído possuem os mesmos direitos outorgados quando da distribuição do *software* original.
9. **Licença não pode contaminar outro *software*:** A licença não pode impor restrições a outros programas que são distribuídos juntamente com o *software* licenciado. Por exemplo, a licença não pode insistir em que todos os programas distribuídos em um mesmo meio físico sejam *software* de código aberto.

### **Fim da licença**

#### **7.1.3 Licença *BSD***

(Texto reproduzido do original disponível em <http://www.opensource.org/licenses/bsd-license.php>).

A seguir é apresentado o modelo da licença BSD. Para produzir sua própria licença, é necessário alterar os valores originais dos campos YEAR e OWNER, respectivamente ANO e PROPRIETÁRIO, substituindo para os seus próprios valores.

Copyright (c) <YEAR>, <OWNER>

All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

3. The name of the author may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

#### **7.1.4 Licença X.Org**

*(Texto reproduzido do original disponível em <<http://www.x.org>>).*

X.Org – Terms and Conditions:

#### COPYRIGHT AND PERMISSION NOTICE

Copyright © 1999,2000,2001 Compaq Computer Corporation

Copyright © 1999,2000,2001 Hewlett-Packard Company

Copyright © 1999,2000,2001 IBM Corporation

Copyright © 1999,2000,2001 Hummingbird Communications Ltd.

Copyright © 1999,2000,2001 Silicon Graphics, Inc.

Copyright © 1999,2000,2001 Sun Microsystems, Inc.

Copyright © 1999,2000,2001 The Open Group

All rights reserved.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software

without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, provided that the above copyright notice(s) and this permission notice appear in all copies of the Software and that both the above copyright notice(s) and this permission notice appear in supporting documentation.

THE SOFTWARE IS PROVIDED “AS IS”, WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY RIGHTS. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER OR HOLDERS INCLUDED IN THIS NOTICE BE LIABLE FOR ANY CLAIM, OR ANY SPECIAL INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Except as contained in this notice, the name of a copyright holder shall not be used in advertising or otherwise to promote the sale, use or other dealings in this Software without prior written authorization of the copyright holder.

*X Window System is a trademark of The Open Group.*

*OSF/1, OSF/Motif and Motif are registered trademarks, and OSF, the OSF logo, LBX, X Window System, and Xinerama are trademarks of the Open Group. All other trademarks and registered trademarks mentioned herein are the property of their respective owners.*



## 7.2 Anexo II

Este anexo tem por finalidade mostrar os passos para instalação e configuração do servidor *Web Apache*, da linguagem de programação *PHP* e do servidor de mapas na *Internet MapServer* em ambiente *Microsoft Windows*, para desenvolvimento local.

É importante ressaltar que, apesar do *servidor Web Apache*, da linguagem de programação *PHP* e do servidor de mapas na *Internet MapServer* executarem de maneira satisfatória em ambientes *Windows* é recomendável que esta plataforma seja usada apenas para desenvolvimento, simulando o ambiente *Unix/Linux* original onde essas ferramentas devem realmente residir. O processo detalhado da instalação do servidor *Web* integrado com a linguagem de programação *PHP* e o servidor de mapas *MapServer*

### 7.2.1 Instalação e configuração do servidor *Web Apache*

O arquivo de instalação do servidor *Web Apache* para *Windows* está disponível em três formatos: *.ZIP* (formato compactado), *.EXE* (formato executável) e *.MSI* (formato *Microsoft Installer*). Primeiramente, deve ser efetuado o *download* do arquivo de instalação do *Apache* no endereço eletrônico da Fundação *Apache* a partir do endereço: <<http://www.apache.org/dist/httpd/binaries/win32>>.

O arquivo deverá estar com o seguinte nome: *apache\_x.x.xx-win32-x86.msi*, onde *x.x.xx* é a versão do sistema. Note que este arquivo é do tipo *.msi* (*Microsoft Installer*).

Sugere-se que o formato utilizado seja o *MSI*, pois além de ser menor, é mais fácil de instalar e configurar. Atualmente (Abr/2006), a versão disponível do servidor *Web Apache* no formato *.msi* é a de número 2.0.58. Para maiores informações sobre os arquivos de instalação do servidor *Web*, consulte a página de *download* citada acima. Para instalação, as seguintes etapas são necessárias:

1. Executar o arquivo *apache\_2.0.58-win32-x86-no\_ssl.msi* para iniciar o processo de instalação;
2. A partir da tela inicial do aplicativo, avance pressionando o botão *Next*. A próxima tela exibirá os termos e condições de uso do servidor *Web Apache*.

Aceite os termos e pressione novamente o botão *Next*. Na tela de informações do servidor (*Server Information*), preencha com os seguintes dados:

- **Network Domain:** *localdomain*
- **Server Name:** *localhost*
- **Administrator's Email Address:** seu endereço de *email*

Deixe também selecionada a opção *Run as a service for All users*. Depois continue selecionando a opção de instalação completa (*Windows XP/NT*) ou típica (*Windows 9.x*) e pressione o botão *Next*.

3. Na próxima tela, altere o diretório de instalação do servidor *Web Apache*, escolha o botão *Change* e altere para o diretório raiz *C:\*;
4. Escolha o botão *OK* para finalizar, e depois a opção *Next* e, na próxima tela, no botão *Install*;
5. O processo de instalação será iniciado. Ao finalizar, escolha o botão *Finish*. Após este processo, aparecerá na barra de tarefas do *Windows* (próximo ao relógio) o ícone do *Apache Monitor*, identificado por uma pequena pena com uma seta verde;
6. Para testar a instalação, abra seu navegador de Internet e digite na barra de endereços o seguinte endereço: ***http://127.0.0.1*** ou ***http://localhost/***
7. Neste momento deverá aparecer a seguinte mensagem: *Funcionou ! O Apache Web Server foi instalado corretamente neste Website !*.

Para sua configuração, as seguintes etapas são necessárias:

1. Abrir o arquivo ***httpd.conf*** (*C:\Apache2\conf\httpd.conf*) e localizar a expressão:

- ***LoadModule***

2. Várias linhas serão exibidas entretanto, localize a última ocorrência da expressão e acrescente o seguinte parâmetro:

- ***LoadModule php5\_module C:\PHP\php5apache2.dll***
3. Localizar a expressão *DocumentRoot* e alterá-lo para a pasta onde ficarão os arquivos da linguagem *PHP*. Neste caso: *DocumentRoot* “C:\Apache2\htdocs”. Essa pasta será o diretório principal, correspondente ao endereço *http://127.0.0.1* ou *http://localhost/*
  4. Localizar a expressão:
    - ***#AddType application/x-tar .tgz***
  5. Adicionar a linha: ***AddType application/x-httpd-php .php***
  6. Localizar a expressão:
    - ***DirectoryIndex index.html index.html.var***
  7. Adicionar ao final da expressão: ***index.php***
  8. Salvar o arquivo de configuração ***httpd.conf***
  9. O servidor *Web Apache* deverá ser reiniciado para que as alterações em seu arquivo de configuração sejam assumidas pelo servidor.

### **7.2.2 Instalação e configuração da linguagem de programação *PHP***

Deve ser efetuado o *download* do pacote com os arquivos da linguagem de programação *PHP* para o ambiente *Microsoft Windows*, no endereço eletrônico do *PHP*: Hypertext Preprocessor <<http://www.php.net/downloads.php>>. O arquivo está no formato *.ZIP*, o qual já contém todas as extensões da linguagem. Atualmente (Mai/2006), a versão mais recente da linguagem de programação *PHP* disponível para *Windows* é a 5.1.4. Este arquivo zipado deverá ter o seguinte nome: *php-x.x.x-Win32.zip*, onde *x.x.x* refere-se à versão da linguagem.

Este pacote deverá ser descompactado para um diretório identificado como C:\PHP. Para sua configuração, as seguintes etapas são necessárias:

1. Selecionar o diretório onde os arquivos da linguagem *PHP* foram extraídos: `C:\PHP`
2. Copiar o arquivo *php.ini-dist* para sua pasta no *Microsoft Windows*: `C:\WINDOWS` (9.x/Me/XP) ou `C:\WINNT` (NT/2000/2003). Renomear o arquivo *php.ini-dist* para *php.ini* (arquivo responsável pela determinação de itens na inicialização da linguagem *PHP*);
3. Copiar o arquivo *php5ts.dll* (`C:\PHP`) para a sua pasta de sistema: `C:\WINDOWS\SYSTEM` (9.x/Me), `C:\WINDOWS\SYSTEM32` (XP) ou `C:\WINNT\SYSTEM32` (NT/2000/2003);
4. Abrir o arquivo *php.ini* em `C:\WINDOWS` (9.x/Me/XP) ou `C:\WINNT` (NT/2000/2003) e acrescentar o caminho das extensões *PHP* (`C:\PHP\EXT`). Para isso, procure pela linha:

- *Directory in which the loadable extensions (modules) reside* e alterar *extension\_dir = “./”* para *extension\_dir = “C:\PHP\EXT”*

Localize a expressão:

- *;extension=php\_mysql.dll* e retirar o caractere ponto-e-vírgula do início da linha (descomentar o comando). Descomentar também as extensões *;extension=php\_gd2.dll* (manipulação de imagens) e *;extension=php\_mbstring.dll* (para evitar conflitos com as funções do phpMyAdmin).

### 7.2.3 Instalação e configuração do servidor de mapas na Internet *MapServer*

Deve ser efetuado o *download* do pacote com os arquivos do servidor de mapas na Internet *MapServer*, no endereço eletrônico do *MapServer* <<http://maptools.org/ms4w/index.phtml?page=downloads.html>>. O arquivo está no formato .ZIP. Atualmente (Mai/2006), a versão mais recente do servidor de mapas na Internet *MapServer* disponível para *Windows* é a 4.8.3.

Este pacote deverá ser descompactado para um diretório identificado como `C:\TMP`. Para instalação, as seguintes etapas são necessárias:

1. Copiar o arquivo *mapserv.exe* para o diretório C:\APACHE2\CGI-BIN;
2. Copiar todos os arquivos com extensão .DLL localizados no diretório C:\TMP\LIB para o diretório C:\WINDOWS e
3. Copiar o diretório C:\TMP\PROJ para o diretório C:\PROJ.

### 7.3 Anexo III

Este anexo contém a descrição de alguns dos principais comandos bem como a estrutura de codificação de um dos arquivos *mapfile* utilizados no desenvolvimento da aplicação *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.

#### 7.3.1 Descrição dos principais comandos *mapfile*

- **CLASS:** permite realizar operações sobre a *layer*, definindo cores diferentes para os objetos geográficos permitindo definir expressões lógicas na apresentação dos dados;
- **COLOR:** permite definir a cor de um polígono, linha ou ponto. Sua representação é no formato RGB (*red, green, blue*);
- **DATA:** permite definir o nome dos arquivos com feições vetoriais e suas tabelas associadas - formato vetorial (*shapefile*) ou dos arquivos de mapa de bits - estrutura de dados composta de linhas e colunas para o armazenamento de imagens (*raster*).
- **EXTENT:** permite definir as coordenadas geográficas do mapa através dos cantos superior direito e inferior esquerdo;
- **IMAGETYPE:** permite definir o formato do mapa produzido para ser exibido pelo navegador Internet. Em geral o formato PNG para arquivos *shapefile* e JPEG para os *raster*.
- **LAYER:** permite definir uma camada para a aplicação *MapServer*, podendo ser um polígono, conjunto de linhas ou ponto e até mesmo uma imagem *raster*;
- **OUTLINECOLOR:** permite definir a cor da borda de um polígono ou linha. Sua representação é no formato RGB (*red, green, blue*);
- **SHAPEPATH:** permite identificar o caminho (estrutura de diretórios) onde os dados geográficos estão armazenados (*shapefile* e *raster*);
- **SIZE:** permite definir o tamanho do mapa que será apresentado pelo navegador Internet;
- **STATUS:** permite definir se a camada (*layer*) será apresentada no mapa a ser produzido. Se seu valor é *default*, a camada será exibida;

- **TRANSPARENCY:** permite definir um nível de transparência para a camada, variando de transparente (0) a opaco (100) e
- **TYPE:** permite definir o tipo de uma camada, se polígono, linha, ponto, anotação ou *raster*.

Fonte: (CARVALHO & PIEROZZI JR., 2004) e (MAPSERVER, 2005).

### 7.3.2 Codificação *mapfile*

A estrutura de codificação do arquivo *mapfile* mostrada a seguir, exemplifica como foi desenvolvida a aplicação *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo que, na totalidade, é composta por 21 arquivos similares ao mostrado neste anexo.

```

MAP
# Sistema Balanço Hídrico - Período: 31/10/2005 a 06/11/2005
#http://localhost/cgi-bin/mapserv?map=/phpdev/www/mapserver/mapa/bh.map&mode = browse
NAME bh
IMAGETYPE PNG
IMAGEQUALITY 100
# São Paulo
EXTENT -53.109609 -25.311931 -44.160556 -19.779323
SIZE 600 400
UNITS DD #Decimal Degrees
SHAPEPATH "../././mapserver_data/bh/"
FONTSET "fonts/fonts.list"
SYMBOLSET "symbols/symbols.sym"
TEMPLATEPATTERN "templates/bh_tpl.html|templates/bh_print_tpl.html"
PROJECTION
"init=epsg:4291"
END

WEB
  TEMPLATE "templates/bh_tpl.html"
  EMPTY "templates/bh_vazio.html"
  IMAGEPATH "/Apache2/htdocs/mapserver/bh/tmp/"
  IMAGEURL "/mapserver/bh/tmp/"
END

LEGEND
STATUS ON
KEYSIZE 15 15
TEMPLATE "templates/legenda_tpl.html"
LABEL
  TYPE TRUETYPE
  FONT arial

```

```

SIZE 8
COLOR 0 0 0
ANTIALIAS TRUE
END
END

REFERENCE
STATUS ON
IMAGE "images/sp.png" #miniatura do mapa
SIZE 120 120
EXTENT -53.109609 -25.311931 -44.160556 -19.779323
#EXTENT -75.689356 -33.75089 -32.377917 5.080703
COLOR -1 -1 -1
OUTLINECOLOR 255 0 0
END

QUERYMAP
SIZE 300 300
STATUS ON
STYLE HILITE
COLOR 255 0 0
END

SCALEBAR
BACKGROUNDCOLOR 125 125 160
COLOR 0 0 0
IMAGECOLOR 255 255 255
INTERLACE true
INTERVALS 5
STYLE 1
SIZE 600 5
STATUS on
TRANSPARENT off
UNITS kilometers #[feet|inches|kilometers|meters|miles]
LABEL
size small
POSITION uc #[ul|uc|ur|||lc|lr]
POSTLABELCACHE true
END
END

## Início das definições das camadas (layers)

## Imagens de Satélite

LAYER
METADATA
"title" "SPOT Vegetation (2000)"
"ordem" "1"

```



```
END
GROUP "Imagem de Satélite"
NAME "brasil_spot"
STATUS on
DATA "raster/spotvegetation/recorte_spot_sp.img"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END
```

## Raster: Parâmetro BH: Temperatura Média

```
LAYER
METADATA
  "title" "Temperatura Média"
  "ordem" "2"
END
NAME "bh_temp_jpg"
STATUS on
DATA "shape/parametros_bh/31-06Nov/temp/jpg/temp31_06novembro.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END
```

## Raster: Parâmetro BH: Precipitação

```
LAYER
METADATA
  "title" "Precipitação"
  "ordem" "3"
END
NAME "bh_prec_jpg"
STATUS on
DATA "shape/parametros_bh/31-06Nov/prec/jpg/prec31_06novembro.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END
```

## Raster: Parâmetro BH: Armazenamento

```
LAYER
```

```
METADATA
  "title" "Armazenamento"
  "ordem" "4"
END
NAME "bh_arm_jpg"
STATUS on
DATA "shape/parametros_bh/31-06Nov/arm/jpg/arm31_06novembro.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END
```

```
## Raster: Parâmetro BH: Evapotranspiração Real
```

```
LAYER
METADATA
  "title" "Evapotranspiração Real"
  "ordem" "5"
END
NAME "bh_etr_jpg"
STATUS on
DATA "shape/parametros_bh/31-06Nov/etr/jpg/etr31_06novembro.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END
```

```
## Raster: Parâmetro BH: Deficiência Hídrica
```

```
LAYER
METADATA
  "title" "Deficiência Hídrica"
  "ordem" "6"
END
NAME "bh_def_jpg"
STATUS on
DATA "shape/parametros_bh/31-06Nov/def/jpg/def31_06novembro.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0

PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END
```

## Raster: Parâmetro BH: Excedente Hídrico

```
LAYER
METADATA
  "title" "Excedente Hídrico"
  "ordem" "7"
END
NAME "bh_exc_jpg"
STATUS on
DATA "shape/parametros_bh/31-06Nov/exc/jpg/exc31_06novembro.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END

END
```

## Raster: Regiões Administrativas

```
LAYER
METADATA
  "title" "Regiões Administrativas"
  "ordem" "30"
END
NAME "regioesadm_jpg"
STATUS on
DATA "shape/territorio/regioes_administrativas.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END

END
```

## Raster: Escritórios de Desenvolvimento Rural

```
LAYER
METADATA
  "title" "Escritórios de Desenvolvimento Rural"
  "ordem" "31"
END
NAME "edr_jpg"
STATUS on
DATA "shape/territorio/EDR.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
```

```

END
END

## Raster: Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

LAYER
METADATA
  "title" "Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos"
  "ordem" "32"
END
NAME "ugrh_jpg"
STATUS on
DATA "shape/territorio/UGRH.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END

```

```

## Raster: Pólos Regionais

LAYER
METADATA
  "title" "Pólos Regionais"
  "ordem" "33"
END "
NAME "polos_jpg"
STATUS on
DATA "shape/territorio/polos_regionais.jpg"
TYPE RASTER
OFFSITE 0 0 0
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
END

```

```

## Bacias Hidrográficas

LAYER
METADATA
  "title" "Bacias Hidrográficas"
  "ordem" "8"
END
GROUP "Bacias Hidrográficas"
NAME bacias
DATA shape/fisico/sub_bacias_SP
STATUS on
TYPE POLYGON

```

```

PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
CLASS
  COLOR 232 232 232
  OUTLINECOLOR 32 32 32
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Bacias Hidrográficas - Rótulos"
  "ordem" "8"
END
GROUP "Bacias Hidrográficas"
NAME bacias_rot
DATA shape/fisico/sub_bacias_SP
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM BACIA #campo apresentado no rótulo
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
LABEL
  COLOR 0 0 0
  TYPE TRUETYPE
  FONT arial
  SIZE 8
  POSITION CC
  BUFFER 2
END
END
END

```

## Hidrografia

```

LAYER
METADATA
  "title" "Rios"
  "ordem" "9"
END
GROUP "Hidrografia"
NAME hidro
DATA shape/fisico_sp/sp_rio_1
STATUS on
TYPE LINE
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
CLASS
  COLOR 0 0 255

```

```

    OUTLINECOLOR 0 0 255
END
END
LAYER
METADATA
    "title" "Hidrografia - Rótulos"
    "ordem" "9"
END
GROUP "Hidrografia"
NAME hidro_rot
DATA shape/fisico_sp/sp_rio_1
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM NM_NOME #campo apresentado no rótulo
CLASS
    COLOR -1 -1 -1
    LABEL
        COLOR 0 0 0
        TYPE TRUETYPE
        FONT arial
        SIZE 8
        POSITION CC
        BUFFER 2
    END
END
END

```

```
## Clima
```

```

LAYER
METADATA
    "title" "Clima"
    "ordem" "10"
END
GROUP "Clima"
NAME clima
DATA shape/fisico/clima_SP
STATUS on
TYPE POLYGON
PROJECTION
    "init=epsg:4291"
END
CLASS
    COLOR 102 204 102
    OUTLINECOLOR 32 32 32
END
END
LAYER
METADATA

```

```

"title" "Clima - Rótulos"
"ordem" "10"
END
GROUP "Clima"
NAME clima_rot
DATA shape/fisico/clima_SP
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  TEXT ((CLIMA) - [NOME])
  LABEL
  COLOR 0 0 0
  TYPE TRUETYPE
  FONT arial
  SIZE 8
  POSITION CC
  BUFFER 2
  END
END
END

```

```
## Divisão Política Estado de São Paulo
```

```

LAYER
METADATA
  "title" "Estado de São Paulo (2001)"
  "ordem" "-1"
END
NAME estados
DATA shape/politico/UF_2001_SP
STATUS default
TYPE LINE
PROJECTION
  "init=epsg:4291"
END
CLASS
  COLOR 0 0 0
END
END

```

```
## Divisão Político-Administrativa
```

```

LAYER
METADATA
  "title" "Divisão Municipal (2001)"
  "ordem" "11"
END
GROUP "Divisão Político-Administrativa"

```

```

NAME municipios
DATA shape/politico/mun_2001_sp
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 50 50 50
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Divisão Municipal (2001) - Rótulos"
  "ordem" "11"
END
GROUP "Divisão Político-Administrativa"
NAME municipios_rot
DATA shape/politico/mun_2001_sp
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM NOMEMUNIC
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  LABEL
    COLOR 0 0 0
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial
    SIZE 8
    POSITION CC
    BUFFER 2
  END
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Sedes Municipais"
  "ordem" "12"
END
GROUP "Divisão Político-Administrativa"
NAME capitais
DATA shape/politico/sedesmunicipais_sp
STATUS OFF
TYPE POINT
CLASS
  COLOR 255 0 0
  SYMBOL 'images/casa.png'
  SIZE 10
  END
END
END
LAYER

```



```

METADATA
  "title" "Sedes Municipais Rotulos"
  "ordem" "12"
END
GROUP "Divisão Político-Administrativa"
NAME capitais_rot
DATA shape/politico/sedesmunicipais_sp
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM NOMEMUNIC #campo apresentado no rótulo
CLASS
  COLOR -1 -1 -1

```

```

LABEL
  COLOR 0 0 0
  TYPE TRUETYPE
  FONT arial
  SIZE 8
  POSITION CR
  BUFFER 2
END

```

END

END

LAYER

```

METADATA
  "title" "Regiões Metropolitanas"
  "ordem" "13"
END
GROUP "Divisão Político-Administrativa"
NAME regioes_metropolitanas
DATA shape/politico/RegMetropolitanas_sp
STATUS ON
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR 255 0 0
  OUTLINECOLOR 255 0 0
  SYMBOL 12
  SIZE 2
END

```

END

LAYER

```

METADATA
  "title" "Regiões Metropolitanas rotulos"
  "ordem" "13"
END
GROUP "Divisão Político-Administrativa"
NAME regioes_metropolitanas_rot
DATA shape/politico/RegMetropolitanas_sp
STATUS ON

```

```

TYPE ANNOTATION
LABELITEM R_METROP #campo apresentado no rótulo
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  LABEL
    COLOR 0 0 0
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial-bold
    SIZE 7
    POSITION CC
    BUFFER 2
  END
END
END

```

```
## Infra-estrutura
```

```

LAYER
  METADATA
    "title" "Rodovias Pavimentadas"
    "order" "14"
  END
  GROUP "Infra-estrutura"
  NAME rodovias
  DATA shape/infra_estrutura_sp/rodovias_principais1_SP
  STATUS OFF
  TYPE LINE

  CLASS
    COLOR 255 0 0
    OUTLINECOLOR 255 0 0
    SYMBOL 5
    SIZE 2
  END
END
LAYER
  METADATA
    "title" "Rodovias Pavimentadas Rotulos"
    "order" "14"
  END
  GROUP "Infra-estrutura"
  NAME rodovias_rot
  DATA shape/infra_estrutura_sp/rodovias_principais1_SP
  STATUS OFF
  TYPE ANNOTATION
  LABELITEM SIGLA #campo apresentado no rótulo
  CLASS
    COLOR -1 -1 -1

```

```
LABEL
  COLOR 0 0 0
  TYPE TRUETYPE
  FONT arial
  SIZE 8
END
END
END
```

```
## Shape: Parâmetro: Temperatura Média
```

```
LAYER
METADATA
  "title" "Temperatura Média (°C)"
  "ordem" "15"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_temp
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/temp/shape/temp31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 0 0 0
END
```

```
END
LAYER
METADATA
  "title" "Temperatura Média (°C)"
  "ordem" "15"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_temp_rot
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/temp/shape/temp31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
#LABELITEM Media #campo apresentado no rótulo
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  TEXT (de [FROM_]°C | até [TO]°C )
  EXPRESSION ([GRIDCODE] > 0)
  LABEL
    COLOR 255 255 255
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial
    SIZE 8
    POSITION CC
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    WRAP "|"
```

END  
END  
END

## Shape: Parâmetro: Precipitação

LAYER  
METADATA  
"title" "Precipitação (mm)"  
"ordem" "16"  
END  
GROUP "Balanço\_Hídrico"  
NAME bh\_prec  
DATA shape/parametros\_bh/31-06Nov/prec/shape/prec31\_06nov\_sad  
STATUS OFF  
TYPE POLYGON  
CLASS  
COLOR -1 -1 -1  
OUTLINECOLOR 0 0 0  
END  
END

LAYER  
METADATA  
"title" "Precipitação (mm)"  
"ordem" "16"  
END  
GROUP "Balanço\_Hídrico"  
NAME bh\_prec\_rot  
DATA shape/parametros\_bh/31-06Nov/prec/shape/prec31\_06nov\_sad  
STATUS OFF  
TYPE ANNOTATION  
CLASS  
COLOR -1 -1 -1  
TEXT (de [FROM\_]mm | até [TO]mm )  
EXPRESSION ([GRIDCODE] > 0)  
LABEL  
COLOR 255 255 255  
TYPE TRUETYPE  
FONT arial  
SIZE 8  
POSITION CC  
OUTLINECOLOR 0 0 0  
WRAP "|"  
END  
END  
END

## Shape: Parâmetro: Armazenamento

```

LAYER
METADATA
  "title" "Armazenamento (mm)"
  "ordem" "17"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_arm
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/arm/shape/arm31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END

```

```

LAYER
METADATA
  "title" "Armazenamento (mm)"
  "ordem" "17"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_arm_rot
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/arm/shape/arm31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  TEXT (de [FROM_]mm | até [TO]mm )
  EXPRESSION ([GRIDCODE] > 0)
  LABEL
    COLOR 255 255 255
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial
    SIZE 8
    POSITION CC
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    WRAP "|"
  END
END
END

```

## Shape: Parâmetro: ETR

```

LAYER
METADATA
  "title" "Evapotranspiração Real (mm)"
  "ordem" "18"
END

```

```

GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_etr
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/etr/shape/etr31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Evapotranspiração Real (mm)"
  "order" "18"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_etr_rot
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/etr/shape/etr31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  TEXT (de [FROM_]mm | até [TO]mm )
  EXPRESSION ([GRIDCODE] > 0)
  LABEL
    COLOR 255 255 255
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial
    SIZE 8
    POSITION CC
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    WRAP "|"
  END
END
END

```

```
## Shape: Parâmetro: Deficiência Hídrica
```

```

LAYER
METADATA
  "title" "Deficiência Hídrica (mm)"
  "order" "19"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_def
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/def/shape/def31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS

```

```

COLOR -1 -1 -1
OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
"title" "Deficiência Hídrica (mm)"
"ordem" "19"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_def_rot
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/def/shape/def31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
CLASS
COLOR -1 -1 -1
TEXT (de [FROM_]mm | até [TO]mm )
EXPRESSION ([GRIDCODE] > 0)
LABEL
COLOR 255 255 255
TYPE TRUETYPE
FONT arial
SIZE 8
POSITION CC
OUTLINECOLOR 0 0 0
WRAP "|"
END
END
END

```

## Shape: Parâmetro: Excedente Hídrico

```

LAYER
METADATA
"title" "Excedente Hídrico (mm)"
"ordem" "20"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_exc
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/exc/shape/exc31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
COLOR -1 -1 -1
OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END
LAYER

```

```

METADATA
  "title" "Excedente Hídrico (mm)"
  "order" "20"
END
GROUP "Balanço_Hídrico"
NAME bh_exc_rot
DATA shape/parametros_bh/31-06Nov/exc/shape/exc31_06nov_sad
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  TEXT (de [FROM_]mm | até [TO]mm )
  EXPRESSION ([GRIDCODE] > 0)
  LABEL
    COLOR 255 255 255
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial
    SIZE 8
    POSITION CC
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    WRAP ""
  END
END
END

```

## Unidades Territoriais

```

LAYER
METADATA
  "title" "Estado de São Paulo (2001)"
  "order" "-1"
END
NAME regioesadm
DATA shape/politico/mun_2001_sp
STATUS OFF
TYPE LINE
PROJECTION
  #SAD69
  "init=epsg:4291"
END
CLASS
  COLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Regiões Administrativas"
  "order" "22"
END

```



```

GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME regioesadm
DATA shape/territorio/regioes_administrativas
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Regiões Administrativas - Rótulos"
  "ordem" "22"
END
GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME regioesadm_rot
DATA shape/territorio/regioes_administrativas
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM NOMEMUNIC
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  LABEL
  COLOR 0 0 0
  TYPE TRUETYPE
  FONT arial
  SIZE 8
  POSITION CC
  BUFFER 2
END
END
END

```

```
## Unidades Territoriais
```

```

LAYER
METADATA
  "title" "Estado de São Paulo (2001)"
  "ordem" "-1"
END
NAME edr
DATA shape/politico/mun_2001_sp
STATUS OFF
TYPE LINE
PROJECTION
  #SAD69
  "init=epsg:4291"
END

```

```

CLASS
  COLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Escritórios de Desenvolvimento Rural"
  "ordem" "23"
END
GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME edr
DATA shape/territorio/ud_territoriais
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Escritórios de Desenvolvimento Rural - Rótulos"
  "ordem" "23"
END
GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME edr_rot
DATA shape/territorio/ud_territoriais
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM EDR
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  LABEL
    COLOR 0 0 0
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial
    SIZE 8
    POSITION CC
    BUFFER 2
  END
END
END
END

## Unidades Territoriais

LAYER
METADATA
  "title" "Estado de São Paulo (2001)"
  "ordem" "-1"

```

```

END
NAME ugrh
DATA shape/politico/mun_2001_sp
STATUS OFF
TYPE LINE
PROJECTION
#SAD69
"init=epsg:4291"
END
CLASS
COLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
"title" "Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos"
"ordem" "24"
END
GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME ugrh
DATA shape/territorio/ud_territoriais
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
COLOR -1 -1 -1
OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
"title" "Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Rótulos"
"ordem" "24"
END
GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME ugrh_rot
DATA shape/territorio/ud_territoriais
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM UGRH
CLASS
COLOR -1 -1 -1
LABEL
COLOR 0 0 0
TYPE TRUETYPE
FONT arial
SIZE 8
POSITION CC
BUFFER 2
END

```

```

END
END

## Unidades Territoriais

LAYER
METADATA
  "title" "Estado de São Paulo (2001)"
  "ordem" "-1"
END
NAME polos
DATA shape/politico/mun_2001_sp
STATUS OFF
TYPE LINE
PROJECTION
  #SAD69
  "init=epsg:4291"
END
CLASS
  COLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Pólos Regionais"
  "ordem" "25"
END
GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME polos
DATA shape/territorio/ud_territoriais
STATUS OFF
TYPE POLYGON
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 0 0 0
END
END
LAYER
METADATA
  "title" "Pólos Regionais - Rótulos"
  "ordem" "25"
END
GROUP "Unidades_Territoriais"
NAME polos_rot
DATA shape/territorio/ud_territoriais
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM poloregion
CLASS

```

```
COLOR -1 -1 -1
LABEL
  COLOR 0 0 0
  TYPE TRUETYPE
  FONT arial
  SIZE 8
  POSITION CC
  BUFFER 2
END
END
END
```

```
## Postos Agrometeorológicos
```

```
LAYER
METADATA
  "title" "Postos Agrometeorológicos"
  "ordem" "26"
END
```

```
GROUP "Pontos de Coleta"
NAME postos_coleta
DATA shape/territorio/postos
STATUS OFF
TYPE POINT
CLASS
  COLOR 255 0 0
  SYMBOL 'images/bandeira.png'
  SIZE 10
END
```

```
END
```

```
LAYER
METADATA
  "title" "Postos Agrometeorológicos Rotulos"
  "ordem" "26"
END
GROUP "Pontos de Coleta"
NAME postos_coleta_rot
DATA shape/territorio/postos
STATUS OFF
TYPE ANNOTATION
LABELITEM postos #campo apresentado no rótulo
CLASS
  COLOR -1 -1 -1
  LABEL
    COLOR 0 0 0
    TYPE TRUETYPE
    FONT arial
    SIZE 8
    POSITION CR
```

```
    BUFFER 2
  END
END
END
#####
## Fim das definições das camadas (layers)
## Fim do arquivo Mapfile
END
```

## 7.4 Anexo IV

Em função do grande volume dos arquivos *templates*, este anexo contém parte da codificação dos arquivos utilizados no desenvolvimento da aplicação *WebGIS* Balanço Hídrico no Estado de São Paulo compreendendo os módulos: legenda, impressão e interface do usuário.

### 7.4.1 Codificação templates - módulo legenda

```
[leg_group_html]
  <tr>
    <td colspan=4 ><b><font color="white">[leg_group_name]</font></b></td>
  </tr>
[/leg_group_html]

[leg_layer_html order_metadata=ordem opt_flag=2]
  <tr bgcolor=white>
    [if name=layer_group oper=eq value=Balanço_Hídrico]
      <td valign="top" nowrap>
        <input type=checkbox name=layer value=[leg_layer_name]
          [if name=layer_status value=1]CHECKED[/if]
          onclick="javascript.metodoClick('[leg_layer_name]','[periodo]',this);" <img src=[leg_icon] border=0
          onmouseover="javascript.titulo('[leg_layer_name]',this);" title="">
        </td>
      [/if]

    [if name=layer_group oper=eq value=Unidades_Territoriais]
      <td valign="top" nowrap>
        <input type=checkbox name=layer value=[leg_layer_name]
          [if name=layer_status value=1]CHECKED[/if]
          onclick="javascript.metodoClick('[leg_layer_name]','[periodo]',this);" <img src=[leg_icon] border=0
          onmouseover="javascript.titulo('[leg_layer_name]',this);" title="">
        </td>
      [/if]

    [if name=layer_group oper=neq value=Balanço_Hídrico]
      [if name=layer_group oper=neq value=Unidades_Territoriais]
        <td valign="top" nowrap>
          <input type=checkbox name=layer value=[leg_layer_name]
            [if name=layer_status value=1]CHECKED[/if]><img src=[leg_icon] border=0
            onmouseover="javascript.titulo('[leg_layer_name]',this);" title="">
          </td>
        [/if]
      [/if]

    <td valign=top>[metadata name=title]</td>
```

```

<td align=center valign=top>
  [if name=layer_type oper=neq value=3]
    <input type=checkbox name=layer value=[leg_layer_name]_rot [[leg_layer_name]_rot_check]>
  [/if]
</td>

[if name=layer_group oper=eq value=Balanço_Hídrico]
  <td align=center valign=top>
    <input type=checkbox name=layer value=[leg_layer_name]_jpg [[leg_layer_name]_jpg_check]>
  </td>
[/if]

[if name=layer_group oper=eq value=Unidades_Territoriais]
  <td align=center valign=top><input type=checkbox name=layer value=[leg_layer_name]_jpg
    [[leg_layer_name]_jpg_check]>
  </td>
[/if]
</tr>
[/leg_layer_html]

[leg_class_html]
<tr bgcolor="white">
  <td align=right valign=top><img src=[leg_icon] align=middle></td>
  <td valign=top colspan=2> [leg_class_name]</td>
</tr>
[/leg_class_html]

```

## 7.4.2 Codificação templates - módulo impressão

```

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML//EN">
<html>
<head>
<title></title>
<link rel="stylesheet" href="templates/bh.css" type="text/css">
</head>
<body>
<table border=0 cellpadding=2 cellspacing=2 bgcolor="#000099" align="center" width="600">
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td colspan=3 align=center valign=top height="172">
<table width="100%" border="0" bgcolor="#00CCFF">
<tr>
<td align="center">
<h3></h3>
</td>
</tr>
</table>
</tr>
<tr bgcolor="#FFFFFF">

```





```

<p><br><p><font face=helvetica,arial size=-1></font><font face=arial,helvetica size=-1></font>
<font face=arial,helvetica size=-1></font><font face=arial,helvetica size=-1></font>
<font size="-1"><br></font>
<font face=helvetica,arial size=-1></font> </td>
<td align=center valign=top width=33%> <font face=arial,helvetica size=-1>
<b>Referência</b><br><p></p></font>
</td>
</tr></table>
</body>
</html>

```

### 7.4.3 Codificação templates - módulo interface

```

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML//EN">
<html>
<head>
<title>Balanço Hídrico no Estado de São Paulo: Geoinformação na Internet</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
<link rel="stylesheet" href="templates/bh.css" type="text/css">
<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
function setbox_handler(name, minx, miny, maxx, maxy, redraw) {
document.mapserv.imgbox.value = minx + " " + miny + " " + maxx + " " + maxy;
document.mapserv.imgxy.value = minx + " " + miny;
if (mode) {document.mapserv.submit();}
}
function seterror_handler(message) {alert(message);}
function mapOver(x,y) {
// geographic coordinate translation goes here
document.mapserv.mapOverX.value = x;
document.mapserv.mapOverY.value = y;
// option to window status bar output
window.status = "x: " + x + " y: " + y;
}

function mapplet_apply(name, minx, miny, maxx, maxy, redraw) {
document.mapserv.imgbox.value = minx + " " + miny + " " + maxx + " " + maxy;
document.mapserv.imgxy.value = minx + " " + miny;
}

function mapplet_error(message) {alert(message);}
var pansize = 0.005;
function pan(direction) {
if(direction == 'n') {
x = ([mapwidth]-1)/2.0;
y = 0 - ([mapheight] * pansize)/2.0;
} else if(direction == 'nw') {
x = 0 - ([mapwidth] * pansize)/2.0;

```

```

y = 0 - ([mapheight] * pansize)/2.0;
} else if(direction == 'ne') {
x = ([mapwidth]-1) + ([mapwidth] * pansize)/2.0;
y = 0 - ([mapheight] * pansize)/2.0;
} else if(direction == 's') {
x = ([mapwidth]-1)/2.0;
y = ([mapheight]-1) + ([mapheight] * pansize)/2.0;
} else if(direction == 'sw') {
x = 0 - ([mapwidth] * pansize)/2.0;
y = ([mapheight]-1) + ([mapheight] * pansize)/2.0;
} else if(direction == 'se') {
x = ([mapwidth]-1) + ([mapwidth] * pansize)/2.0;
y = ([mapheight]-1) + ([mapheight] * pansize)/2.0;
} else if(direction == 'e') {
x = ([mapwidth]-1) + ([mapwidth] * pansize)/2.0;
y = ([mapheight]-1)/2.0;
} else if(direction == 'w') {
x = 0 - ([mapwidth] * pansize)/2.0;
y = ([mapheight]-1)/2.0;
}
}
document.mapserv.imgxy.value = x + " " + y;
document.mapserv.submit();
}

function metodoClick(nomelayer, periodo, obj)

{
//os dois ultimos layer nao contam, pois sao os jpg
size = document.mapserv.layer.length -2;
for (y=0; y<size; y++)
{
if(document.mapserv.layer[y].value == nomelayer)
{
//deve marcar o layer de frente
document.mapserv.layer[y+2].click();
//selecionar o tipo de imagem para jpeg
document.mapserv.map_imagetype.value = "jpeg";
if(nomelayer == 'regioesadm') {document.mapserv.map_imagetype.value = "png";}
p1 = periodo.substring(0,10);
p2 = p1.replace('/', "");
p3 = p2.replace('/', "");
nome_janela = p3;
Janela.document.writeln("<HTML>");
Janela.document.writeln("<HEAD>");
Janela.document.writeln("<TITLE>Legenda</TITLE>");
Janela.document.writeln("<link rel='stylesheet' href='templates/bh.css' type='text/css'>");
Janela.document.writeln("</HEAD><BODY><CENTER>");
Janela.document.writeln("<div class='texto_etapas'>Período: "+periodo+"</div>");
Janela.document.writeln("<div class='texto_etapas'>Parâmetro: "+parametro+"</div><BR>");

```

```

Janela.document.writeln("<table width='100%' border='0'>");
Janela.document.writeln("<tr>");
Janela.document.writeln("<td align='center' class='texto_etapas'>LEGENDA:</td>");
Janela.document.writeln("<td>");
Janela.document.writeln("<a href=javascript:window.close()></a>");
Janela.document.writeln("</td></tr>");
Janela.document.writeln("<tr><td align='center' colspan='2'><font color='#FF0000'><B>");
Janela.document.writeln("Para uma visualização mais detalhada do parâmetro,");
Janela.document.writeln("<BR>");
Janela.document.writeln("utilizar a ferramenta Zoom+");
Janela.document.writeln("</B></font></td>");
Janela.document.writeln("</tr>");
Janela.document.writeln("</table>");
Janela.document.writeln("<B><div class='texto_etapas' align='right'>");
<a href="javascript:window.close()">Fechar</a></div></B>");
Janela.document.writeln("</CENTER></BODY>");
Janela.document.writeln("</HTML>");
Janela.document.close();
}
else
{
if(nomelayer == 'regioes_adm' || nomelayer == 'edr' || nomelayer == 'ugrh' || nomelayer == 'polos') {
Janela=window.open("nome_janela,'toolbar=no,status=auto,scrollbars=yes,location=no,menubar=no,directories=no,
width=350,height=350');
Janela.close();
} else {
Janela=window.open("nome_janela,'toolbar=no,status=no,scrollbars=no,location=no,menubar=no,directories=no,
width=350,height=180');
Janela.close();
}
document.mapserv.submit();
}

function titulo(nomelayer, obj_imagem) {

// Esta função atribui uma pequena explicação (help) para cada legenda

if(nomelayer == 'bacias') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar as bacias hidrográficas';
} else if(nomelayer == 'hidro') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar os rios';
} else if(nomelayer == 'clima') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar o clima';
} else if(nomelayer == 'municipios') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar a divisão municipal';
} else if(nomelayer == 'capitais') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar as sedes municipais';
} else if(nomelayer == 'regioes_metropolitanas') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar as regiões metropolitanas';
}
}

```

```

} else if(nomelayer == 'rodovias') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar as rodovias pavimentadas';
} else if(nomelayer == 'bh_temp') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar o parâmetro temperatura média do balanço hídrico';
} else if(nomelayer == 'bh_prec') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar o parâmetro precipitação pluviométrica do balanço hídrico';
} else if(nomelayer == 'bh_arm') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar o parâmetro armazenamento do balanço hídrico';
} else if(nomelayer == 'bh_etr') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar o parâmetro evapotranspiração real do balanço hídrico';
} else if(nomelayer == 'bh_def') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar o parâmetro deficiência hídrica do balanço hídrico';
} else if(nomelayer == 'bh_exc') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar o parâmetro excedente hídrico do balanço hídrico';
} else if(nomelayer == 'regioesadm') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar as regiões administrativas';
} else if(nomelayer == 'edr') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar os escritórios de desenvolvimento rural';
} else if(nomelayer == 'ugrh') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar as unidades de gerenciamento de recursos hídricos';
} else if(nomelayer == 'polos') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar os pólos regionais';
} else if(nomelayer == 'postos_coleta') {
obj_imagem.title = 'Símbolo para indicar os postos agrometeorológicos';
}
}
</SCRIPT>
</head>
<body bgcolor="#00CCFF" text="#000000" leftmargin="0" topmargin="0" marginwidth="0" marginheight="0">
<table width="100%" border="0">
<tr>
<td align="left" valign="top">
<table bgcolor="#00CCFF" width=100% height="113" >
<tr>
<td width=17% bgcolor="#00CCFF" align="left" valign="top" height="97" rowspan="4">
<h3></h3>
</td>
<td width=57% bgcolor="#00CCFF" valign="top" height="97" rowspan="4">
<div align="center"><br>
<br>
<br>
<b><font color="#FF0000"><br>

</font></b></div>
</td>
<td bgcolor="#00CCFF" valign="bottom" height="30" align="right" colspan="2">
<div align="center" class="selecao">Selecione aqui a data da<br>informação desejada:</div>
</td>
</tr>
</tr>

```

```

<tr>
<td width=7% bgcolor="#00CCFF" valign="middle" height="10" align="right">
<div align="right" class="selecao">Ano:</div>
</td>
<td width=19% bgcolor="#00CCFF" valign="middle" height="10" align="left">
<select class="selecao_itens1" name="combo0" id="combo_0" onChange="change(this)">
<option value="value1">- Seleccione -</option>
<option value="value2">2005</option>
<option value="value3">2006</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td width=7% bgcolor="#00CCFF" valign="middle" height="10" align="right">
<div align="right" class="selecao">M&ecirc;s:</div>
</td>
<td width=19% bgcolor="#00CCFF" valign="middle" height="10" align="left">
<select class="selecao_itens1" name="combo1" id="combo_1" onChange="change(this)">
<option value="value1"></option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td width=7% bgcolor="#00CCFF" valign="middle" height="10" align="right">
<div align="right" class="selecao">Per&iacute;odo:</div>
</td>
<td width=19% bgcolor="#00CCFF" valign="middle" height="10" align="left">
<select class="selecao_itens1" name="combo2" id="combo_2" onChange="comboChange(this,1)">
<option value="value1"></option>
</select>
</td>
</tr>
</table>
<form name="mapserv" method="GET" action="bh.phpmap">
<table width="100%" border="0" height="199">
<tr>
<td align="center" valign="top">
<table border=0 cellpadding=0 width="100%">
<tr>
<td align=left valign=top width=345 height="190">
<table width="100%" border="1">
<tr><td>
<table cellspacing="2" cellpadding="2" width="100%" border="0" align="center" bgcolor=#000099>
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td colspan=4 nowrap class="texto_etapas">
<div align="left">Elabore o mapa:</div>
</td></tr>
<tr>
<td colspan=4 bgcolor="#FFFFFF" nowrap class="periodo"><div align="center">Periodo: [periodo]</div>

```



```

<p align="center"></p>
</td>
<td align="left" width="18"><a href="javascript:pan('e')"></a></td>
</tr>
<tr>
<td align="right" width="18"><a href="javascript:pan('sw')"></a></td>
<td align="center"><a href="javascript:pan('s')"></a></td>
<td align="left" width="18"><a href="javascript:pan('se')"></a></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#666666" colspan="3"> </td></tr></table></td></tr></table></td></tr></table>
<input type="hidden" name="map" value="[map]">
<input type="hidden" name="imgext" value="[mapext]">
<input type="hidden" name="periodo" value="[periodo]">
<input type="hidden" name="imgxy" value="[center]">
<input type="hidden" name="imgbox" value="-1 -1 -1 -1">
<input type="hidden" name="imagequality" value="100">
<table width="100%" border="1" align="center">
<tr bgcolor="#FFFFFF" align="center" valign="top">
<td class="texto_etapas" colspan="4"> <div align="left">
<table width="100%" border="0">
<tr><td width="37%" class="texto_etapas">
Ferramentas e recursos adicionais:</td>
<td width="27%">&nbsp;</td>
<td width="20%">&nbsp;</td>
<td width="16%">
<div align="center" class="texto_etapas">Mapa de Refer&ecirc;ncia:</div>
</td></tr></table></div></td></tr>
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td align="center" valign="middle" height="37" class="texto_etapas" width="25%">
<div align="center" class="texto_etapas"><a href="index.php"></a>
<a href="index.php"> Reiniciar</a> </div></td>
<td align="center" valign="middle" height="37" class="texto_etapas" width="31%"><div align="center">
<a href="bh.phpmap?map=[map]&imgext=[mapext_esc]&map_imagetype=[map_imagetype]&zoom=1&mode=browse
&[get_layers]&img.x=[center_x]&img.y=[center_y]&map_web_template=templates/bh_print_tpl.html target=_print">
</a>
<a href="bh.phpmap?map=[map]&imgext=[mapext_esc]&map_imagetype=[map_imagetype]&zoom=1&mode=browse
&[get_layers]&img.x=[center_x]&img.y=[center_y]&map_web_template=templates/bh_print_tpl.html
target=_print">Imprimir </a></div>
</td>
<td width="32%" align="center" valign="middle" class="texto_etapas" height="37"> Redimensionar:
<select name="map_size" class="selecao_itens2">
<option value="[map_size]">[map_size]</option>

```



```

<option value="200 250">200 250</option>
<option value="250 300">250 300</option>
<option value="450 500">450 500</option>
<option value="600 400">600 400</option>
<option value="700 750">700 750</option>
<option value="800 900">800 900</option>
</select>
</td>
<td width="12%" align="center" valign="top" class="selecao_itens" rowspan="2">
<div align="center"><font face="arial,helvetica" size="-1">
<input type="image" name="ref" src="[ref]" border="0" alt="clique para posicionar align="top""></font></div>
</td></tr>
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td align="left" valign="middle" colspan="2" height="54"><div align="center" class="texto_etapas"></div>
<div align="center" class="texto_etapas"></div><div align="center"><div align="center" class="texto_etapas"></div>
<div align="center"><font face="arial,helvetica" size="-1"> </font></div><div align="center">
<div align="left"><font size="-2"></font></div><div align="center">
<div align="left" class="texto_etapas">Formato do arquivo:
<select name="map_imagetype" size="1" class="selecao_itens2">
<option value="[map_imagetype]" selected>[map_imagetype]</option>
<option value="png">png</option>
<option value="jpeg">jpeg</option>
</select><br><br>
<div align="center" class="sub_texto_etapas">Utilize o formato
<b>JPEG</b> para uma melhor visualiza&ccedil;&atilde;o dos temas <i>Imagem de Satélite </i><e<i> Balan&ccedil;o
H&iacute;drico</i>. Para elementos gráfcos e legendas, utilize o formato <b>PNG</b>.</div>
</div></div></div></td>
<td align="left" valign="middle" height="54">
<div align="center"><a href=onclick="MM_openBrWindow('../ajuda/index.htm','ajuda',toolbar=yes,status=yes,
scrollbars=yes,resizable=yes,width=650,height=400)"></a></div>
</td></tr>
</table>
</form>
<table width="40%" border="0" align="center">
<tr>
<td align="center" valign="middle">&nbsp;</td>
<td align="center" valign="middle" colspan="3" class="ferramentas">Cr&eacute;ditos:</td>
<td align="center" valign="middle">&nbsp;</td>
</tr>
<tr>
<td align="center" valign="middle"><a href="http://mapserver.gis.umn.edu/" target="_blank">
</a></td>
<td align="center" valign="middle"><a href="http://www.apache.org" target="_blank">
</a></td>
<td align="center" valign="middle"><a href="http://www.php.net" target="_blank">
</a></td>
<td align="center" valign="middle"><a href="http://www.cnpm.embrapa.br" target="_blank">
</a></td>

```

```
<td align="center" valign="middle"><a href="http://www.iac.sp.gov.br/ciiagro" target="_blank">
</a></td>
</tr>
<tr>
<td align="center" valign="middle" height="30">&nbsp;</td>
<td align="center" valign="bottom" colspan="3" class="selecao" height="30">Melhor
visualiza&ccedil;&atilde;o na resolu&ccedil;&atilde;o 1024 x 768 pixels</td>
<td align="center" valign="middle" height="30">&nbsp;</td>
</tr>
</table></td></tr></table>
<map name="Map">
<area shape="rect" coords="1,1,310,22" href="../../pesquisa/pesquisa.php" target="_blank">
</map>
</body>
</html>
```