



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Wyara Cordeiro Valença

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO APOIO A
GESTÃO DO USO DA ÁGUA EM PERÍMETRO IRRIGADO**

JUAZEIRO – BA
2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Wyara Cordeiro Valença

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO APOIO A
GESTÃO DO USO DA ÁGUA EM PERÍMETRO IRRIGADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, Campus Juazeiro, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Manoel Carvalho Ramos.

JUAZEIRO – BA
2016

V161s Valença, Wyara Cordeiro.
Sistema de informação geográfica no apoio a gestão do uso da água em
Perímetro Irrigado/ Wyara Cordeiro Valença. -- Juazeiro-BA, 2016.
60 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do
Vale do São Francisco - UNIVASF, Campus Juazeiro-BA, 2016.

Orientador (a): Prof. Dr. Clovis Manoel Carvalho Ramos.

1. Sensoriamento remoto. 2. Gerenciamento de recursos hídricos.
3. Manejo de Água. I. Título. II. Ramos, Clovis Manoel Carvalho. III.
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 621.3678

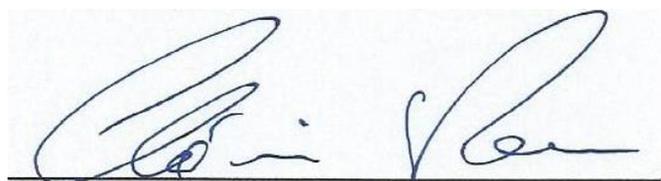
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

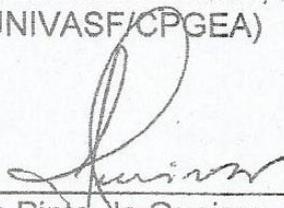
Wyara Cordeiro Valença

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO APOIO A
GESTÃO DO USO DA ÁGUA EM PERÍMETRO IRRIGADO**

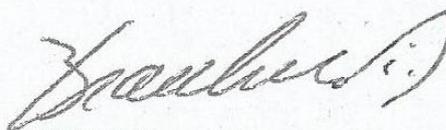
Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre.



Clovis Manoel Carvalho Ramos, Prof.º D. Sc.
(UNIVASF/CPGEA)



Sergio Oliveira Pinto de Queiroz, Prof. D.Sc.
(UNEB/DTCES)



Brauliro Gonçalves Leal, Prof. D.Sc.
(UNIVASF/CPGEA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por permitir alcançar mais uma conquista em minha vida, me guiando e abençoando nos momentos mais difíceis e me mostrando que na vida há sempre esperança.

Aos meus pais, Josefa Cordeiro Valença e Maurino Valença Ferreira por todo apoio oferecido e por toda confiança que atribuíram em mim. Além do grande amor e afeto oferecido me deram a oportunidade de estudar, ajudando a traçar meu caminho, sem eles não chegaria tão longe.

Aos meus irmãos, Willian, Wianey, Willamy, que me deram todo apoio necessário e se orgulham de cada obstáculo que superei para chegar até aqui.

Ao meu sobrinho, Daniel, que me fez sorrir onde não acreditava mais que no momento isso seria possível de acontecer, pois é a alegria de minha vida.

Aos meus amigos pelos conselhos e valiosas experiências compartilhadas, em especial ao meu grande companheiro de trabalho Sávio Cavallari, que sempre me deu apoio e força quando mais precisei, a minha “irmã” Lisiane Brito, que sempre me colocou em suas orações e a minha grande amiga Natalie Moura que me deu todo apoio e dedicou seu tempo para me ajudar.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco e a todos os meus professores e amigos, em especial a Fernanda, pelos conhecimentos transmitidos ao longo desses anos

Meu eterno agradecimento ao meu noivo e grande amigo, Bábiton Leone, por sempre estar ao meu lado, caminhando comigo durante todos os momentos difíceis dessa jornada, sem medir esforços para me ajudar, me incentivando a nunca desistir.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente estiveram presentes durante toda essa etapa, contribuindo com a realização deste sonho, acreditando e me incentivando a nunca desistir, os meus sinceros agradecimentos.

*“O sucesso é ir de fracasso em fracasso
sem perder entusiasmo”*

Winston Churchill

VALENÇA, W.C. **Sistema de Informação Geográfica no apoio a gestão do uso da água em Perímetro Irrigado** 2016. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Vale do São Francisco UNIVASF. Juazeiro – BA.

RESUMO

A água é um recurso natural escasso, sobretudo em regiões áridas e semiáridas e sua disponibilidade vem cada vez mais se tornando limitada em consequência do seu mau uso. A agricultura é o setor que mais consome água no Brasil e em todo o mundo, em decorrência desse problema surge a necessidade de investir em tecnologias que busquem estabelecer critérios para o uso racional da água sem comprometer a máxima produtividades das culturas. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) estão sendo cada vez mais difundidos em atividades que possibilitam o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, cuja tecnologia possibilita a tomada de decisão e otimização em aplicações que envolvem aspectos relacionados à análise do posicionamento espacial. A fim de auxiliar no planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, otimizando o manejo de irrigação, esse trabalho tem por objetivo realizar uma pesquisa exploratória para escolha de um *software* livre de geoprocessamento de maior preferência por um grupo de profissionais, que permita a manipulação e análise de dados espaciais em ambiente SIG para o desenvolvimento de um banco de dados de atributos físico-hídricos do solo. A área de estudo restringe-se ao Perímetro Irrigado Pontal Sul, localizado na zona rural de Petrolina/PE, com uma área de 3,7 mil hectares efetivamente irrigáveis. Para determinação da preferência pelo *software* livre mais indicado para auxiliar na confecção de um Banco de Dados, foram coletados dados por meio da aplicação de um questionário com escala de atitudes do tipo Likert. O Quantum GIS foi escolhido pelos entrevistados como o *software* livre preferido para trabalhar na manipulação e análise de dados espaciais, em função da possibilidade de conexão com o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL/PostGis que apresentou um bom desempenho para desenvolvimento e manipulação do banco de dados. O produto desenvolvido neste trabalho, “Atributos_Fisico-Hidricos”, permitiu a visualização e disponibilização de mapas temáticos, proporcionando ao usuário uma interface amigável para visualização, análise e exportação das informações geográficas acerca do Perímetro Irrigado Pontal Sul.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Gerenciamento de recursos hídricos. Manejo de água.

VALENÇA, W.C. **Geographic Information System in supporting the water use management in Perimeter Irrigation**. 2016. 60f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering), Federal University of São Francisco Valley UNIVASF. Juazeiro – BA.

ABSTRACT

Water is a scarce natural resource, especially in arid and semi-arid regions and their availability is increasingly becoming limited as a result of their misuse. Agriculture is the sector that consumes more water in Brazil and worldwide, as a result of this problem arises the need to invest in technologies that seek to establish criteria for the rational use of water without compromising the maximum crop yields. The Geographic Information Systems (GIS) are increasingly being broadcast in activities that enable the planning and management of water resources, the technology enables decision-making and optimization in applications involving aspects related to the analysis of spatial positioning. In order to assist in the planning and management of water resources, optimizing irrigation management, this work aims to carry out an exploratory research to choose a GIS open source most preferred by a group of professionals, which allows the manipulation and analysis spatial data in a GIS environment for the development of a database of physical-hydric soil properties. The study area is restricted to the Irrigated Perimeter Pontal do Sul, located in the countryside of Petrolina / PE, with an area of 3.7000 hectares irrigable effectively. To determine the most suitable preference for free *software* to assist in the making of a database, data were collected through the application of a questionnaire with a scale of Likert attitudes. Quantum GIS was chosen by respondents as the preferred free *software* to work on the handling and analysis of spatial data, due to the possibility of connection to the Database Management System (DBMS) PostgreSQL / PostGIS that performed well for development and manipulation of the database. The product developed in this work, "Atributos_Fisico-water", allowed the visualization and availability of thematic maps, providing a user-friendly interface for viewing, analysis and export of geographical information about the Irrigated Perimeter Pontal Sul.

Keywords: Remote sensing. Water resources management. Water management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2 - Percentual dos entrevistados quanto ao uso de ferramentas de geoprocessamento em suas atividades.....	20
Figura 3 - Distribuição de análise dos <i>softwares</i> livres: gvSIG, QGIS, Spring e Jump.....	25
Figura 4 – Distribuição Espacial dos pontos de coleta de amostragem	34
Figura 5 - Projeto Final de Atributos Físico-Hídricos do Perímetro Irrigado do Pontal Sul/PE.	37
Figura 6 - Interação com a interface gráfica de banco de dados “PgAdmin III”	38
Figura 7 – Banco de Dados criado na interface gráfica do “PgAdmin III”	39
Figura 8 - Mapa de Capacidade de Água Disponível na camada (0,00 – 0,40) m Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE.	40
Figura 9 – Mapa de Água Prontamente Disponível na camada (0,00 – 0,40 m Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE.	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
CAPÍTULO 1	15
RESUMO	15
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO 2	30
RESUMO	30
ABSTRACT	31
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
5. APÊNCICES	48

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por água na agricultura e a real necessidade de gerenciar os recursos hídricos disponíveis, torna a bacia hidrográfica reconhecida como o espaço geográfico mais adequado para tratar de assuntos ambientais, constituindo-se em uma unidade de gestão administrativa. Assim, a utilização dos recursos dentro de uma bacia hidrográfica deve seguir regras de manejo adequadas, de modo que os recursos disponíveis possam ser utilizados por todos de forma sustentável.

Um dos grandes problemas atuais está relacionado a escassez de água nas regiões áridas e semiáridas, o qual provoca conflitos pelo seu uso entre os diversos setores que a utilizam, em virtude da limitação desse recurso natural. O uso ineficiente em diversas áreas, principalmente no âmbito agrícola, é um problema a ser enfrentado em decorrência da sua forte demanda.

A agricultura irrigada, para manter-se sustentável em termos de gestão do uso da água, necessita adotar técnicas racionais de manejo que permitam o conhecimento do comportamento do armazenamento e redistribuição de água no solo.

O Submédio do Vale do São Francisco é considerado um grande polo de fruticultura irrigada, em destaque os municípios de Petrolina/PE e Juazeiro/BA. Devido ao clima semiárido predominante na região, a prática de irrigação torna-se indispensável na produção agrícola. No entanto, um manejo inadequado da irrigação pode acarretar em uma série de problemas ambientais e econômicos.

O conhecimento das principais propriedades físico-hídricas do solo é essencial para o manejo da irrigação, pois permitem estabelecer as boas práticas agrícolas e a implementação de técnicas adequadas de irrigação (PADRÓN et al., 2015).

Com o aumento da eficiência do uso da água e melhorias na gestão de recursos hídricos, existe a possibilidade de expandir a prática da irrigação em novas áreas agrícolas. Uma ferramenta aliada no aumento desta eficiência é o uso de geotecnologias que auxiliem na tomada de decisões.

A importância do uso de geotecnologias insere-se no contexto de permitir a relação dos processos físicos do solo ao banco de dados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando elaborar um plano de gerenciamento

dos recursos hídricos, a fim de propor medidas mitigatórias ao impacto ambiental que o manejo inadequado provoca nos recursos naturais, em especial água e solo, visando assim, à conservação desses recursos.

Os instrumentos computacionais do geoprocessamento chamados de SIG (Sistema de Informação Geográfica) ou GIS (Geographic Information System) permitem a realização de análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados por possibilitarem a automatização da produção de documentos cartográficos (ASSAD; SANO, 1998).

Nesse contexto objetivou-se realizar uma pesquisa exploratória para escolha de um *software* livre de geoprocessamento de maior preferência por um grupo de profissionais, que permita a manipulação e análise de dados espaciais em ambiente SIG para o desenvolvimento de um banco de dados de atributos físico-hídricos do solo do Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE, com a finalidade de auxiliar no planejamento e gerenciamento de recursos hídricos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O semiárido brasileiro é marcado por uma produção agrícola com limitações impostas por suas condições edafoclimáticas. Solos rasos, pedregosos, com pouca matéria orgânica, pluviosidade variando de 400 a 800 milímetros, com irregularidade de distribuição, são algumas das características peculiares dessa região (CHIACHIO et al., 2006).

Assim, considerando que a irrigação é indiscutivelmente a atividade de maior consumo de água em escala mundial, torna-se necessário, para um planejamento e gerenciamento mais eficiente do aproveitamento da água na produção agrícola, o desenvolvimento de metodologias que possibilitem obter máxima produção com um mínimo de água. Nesse aspecto, destaca-se o manejo racional da água na agricultura irrigada, o qual depende, dentre diversos fatores, da quantificação correta do conteúdo de água a ser aplicado, levando em consideração todas as propriedades físico-hídricas do solo (OLIVEIRA, 2013).

O manejo inadequado da irrigação pode ocasionar degeneração do meio físico natural, como: escassez da água, poluição dos mananciais e do solo, erosão, entre outros. Assim, o uso eficiente de tecnologias de irrigação, tomando-se a bacia hidrográfica como unidade de planejamento na gestão dos recursos hídricos, aliado a mecanismos legais de gestão de águas, são premissas que servem de base para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos como dispõe a Política Nacional de Recursos Hídricos (FAGANELLO et al., 2007).

O manejo racional da irrigação consiste na aplicação da quantidade necessária de água às plantas no momento correto, sendo uma técnica essencial do ponto de vista econômico e ambiental em uma atividade agrícola (BERNARDO et al., 2008) maximizando a eficiência do uso da água e minimiza o consumo de energia, mantendo favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas, considerando as condições climáticas do local de cultivo, bem como as características da cultura (SARAIVA et al., 2013).

A agricultura, principalmente nas regiões áridas e semiáridas, tem afetado o meio ambiente de forma dramática, com impactos que estão levando a perdas parciais ou totais da produtividade do solo (AQUINO et al., 2008) e, portanto, necessitando de medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

O uso da técnica de irrigação com vistas na eficiência do uso da água depende do conhecimento de alguns fatores, sendo os principais: fatores climáticos, meteorológicos e as propriedades físico-hídricas do solo, necessitando assim, de medidas de planejamento que busquem reduzir ao máximo as perdas de água na irrigação (TRENTIN, 2005).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, considera a água o recurso natural estruturante para implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social com a finalidade de estabelecer diretrizes e políticas públicas voltadas para a avanço da oferta de água, em quantidade de qualidade, gerenciando suas demandas (BRASIL, 1997).

Dessa forma, são objetivos específicos da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997):

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água;
- Uso racional e de forma integrada dos recursos hídricos, com foco no desenvolvimento sustentável;
- Percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante.

A construção de Distritos que promovem a prática da irrigação, associada ao regime irregular das chuvas e as elevadas taxas de evapotranspiração em climas secos, resultam em alterações nos teores de sais no solo e na água com consequente elevação na concentração de íons tóxicos (LOPES et al., 2008). Devido a esses fatores, surge a necessidade do uso de técnicas e instrumentos que auxiliem no manejo racional de irrigação para evitar possíveis problemas ambientais relacionados ao solo e a água (GONÇALVES et al., 2009).

As informações sobre os atributos físico-hídricos dos solos e suas relações com o manejo da irrigação são fatores importantes a serem estudados quando se trata do uso racional da água e solo na agricultura irrigada (NASCIMENTO et al., 2012). Dessa forma, o conhecimento desses parâmetros, como por exemplo, a porosidade, densidade do solo, capacidade de retenção de água no solo, taxa de infiltração é fundamental para o estabelecimento de boas práticas agrícolas, bem como manejo racional de técnicas de irrigação.

Conforme Michelon (2010), o tamanho das partículas apresenta grande relevância dentre os atributos do solo, já que determina o número de partículas por unidade de volume ou de peso e a superfície que essas partículas expõem. A textura interfere em diversas características do solo, como: capacidade de retenção

de água, capacidade de troca catiônica (CTC), decomposição da matéria orgânica, susceptibilidade à compactação, além de influenciar em outros atributos como a densidade do solo e a porosidade (LIBARDI, 2005).

A caracterização detalhada dos atributos físico-hídricos do solo possibilita estudos indispensáveis sobre o comportamento da água no solo. Esse conhecimento é fundamental para que as culturas possam expressar sua produtividade máxima, possibilitando o uso racional dos recursos hídricos e do solo (PADRÓN, et al., 2015).

Devido a tais fatores torna-se desejável o uso de geotecnologias, como os Sistemas de Informação Geográfica – SIGs, que auxiliem no gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos.

Segundo GHILANI (2013), um SIG pode ser definido, de maneira geral, como um sistema de *hardware*, *software*, dados e estrutura organizacional para coletar, armazenar, manipular e analisar espacialmente dados “georreferenciados”, exibindo informações resultantes desses processos.

Para Almeida (2006) um SIG pode ser composto por várias ferramentas, sendo as mais comuns: elaboração e edição de mapas e tabelas de bancos de dados; determinação de propriedades geométricas de figuras (distâncias entre pontos, comprimento de linhas, área de polígonos, etc.); realização de pesquisas espaciais e operações com entidades geométricas (interseção, união, superposição, etc.).

Os SIGs têm uma aplicação em todo campo de atividade que se possa imaginar, assim, um sofisticado *software* de SIG que permita analisar e consultar os conjuntos de dados resultantes de diferentes combinações de sobreposição e exibição; oferecem respostas a perguntas que nunca antes foram possíveis de obter. Como resultado, os SIGs se tornaram extremamente importantes em planejamento, projeto, avaliação de impacto, modelagem preditiva e muitas outras aplicações (GHILANI, 2013).

Existem três principais maneiras de se utilizar o SIG: como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos e como banco de dados geográficos, com funções de armazenar, processar e recuperar informações espaciais (MIRANDA, 2005).

Um SIG caracteriza-se por apresentar funções que realizam análises espaciais, utilizando informações geográficas armazenadas na base de dados

espaciais, e realizando simulações sobre os fenômenos do mundo real apresentando diversas possibilidades para a análise espacial (SPERB et al., 2010).

Assim, como o SIG é um modelo computacional que representa de forma simplificada a realidade, torna-se necessário estabelecer os dados que serão inseridos neste sistema para que haja uma boa integração desses elementos e o objetivo final seja alcançado (SOUZA; FARIAS, 2010).

CAPÍTULO 1

SELEÇÃO DE *SOFTWARE* LIVRE PARA O USO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIGs)¹.

Wyara cordeira Valença², Clovis Manoel Carvalho Ramos³, Isadora Benevides Miranda⁴

RESUMO

O interesse pelo uso de tecnologia da informação vem aumentando entre os profissionais da área agrícola quando se almeja uma maior precisão de dados na elaboração e execução de projetos. A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no processo de tomada de decisões e resolução de problemas no domínio geo-espacial é cada vez mais comum nos dias atuais. A estrutura geral de um SIG deve contemplar os seguintes componentes: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de consulta e análise espacial; visualização e plotagem; armazenamento e recuperação de dados. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma pesquisa exploratória, através da aplicação de questionário, com a finalidade de selecionar o *software* livre de geoprocessamento que apresente características mais adequadas para a manipulação e análise de dados espaciais em um Sistema de Informações Geográfico (SIG). Foi realizada a análise individual para cada pergunta presente na pesquisa, visando à escolha do *software* mais representativo conforme a opinião geral dos participantes, entre o Quantum GIS (QGIS), Spring, Jump e gvSIG. Para análise dos resultados dos entrevistados foi feita uma adaptação no questionário para os níveis de resposta do tipo Likert, que objetiva verificar o nível de concordância do indivíduo com uma proposição que expressa algo favorável ou desfavorável em relação a um objeto psicológico. Dentre os componentes da estrutura geral dos SIGs avaliados, o Quantum GIS foi escolhido pelo grupo de profissionais entrevistados como o *software* livre mais indicado para manipulação e análise de dados espaciais, contemplando os componentes básicos da estrutura geral de um SIG, como maior facilidade quanto à manipulação das ferramentas e interface amigável.

Palavra Chave: Estudo exploratório. Manipulação de dados espaciais. Escala likert.

¹Parte da dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola do primeiro autor. Formatação conforme ABNT

² Mestranda em Engenharia Agrícola. wyara.valenca@hotmail.com

³Doutor, Professor, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Av. Antônio Carlos Magalhães, 510 Country Club, Juazeiro-BA. CEP: 48.902-300. Clovis.ramos@univasf.edu.br

⁴Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental. doiabenevides@hotmail.com

ABSTRACT

Interest in information technology use is increasing among professionals of agriculture when it craves more accurate data in the preparation and execution of projects. The use of Geographic Information Systems (GIS) in the process of decision making and problem solving in the geospatial domain is increasingly common today. The general structure of a GIS should include the following components: with user interface; entry and data integration; query functions and spatial analysis; viewing and plotting; data storage and recovery. This study aimed to carry out an exploratory research through a questionnaire, in order to select the geoprocessing *software* free to submit more suitable characteristics for handling and analysis of spatial data in a System of Geographical Information (GIS). Individual analysis was performed for each question in this research, in order to choose the most representative *software* as the general opinion of the participants, including the Quantum GIS (QGIS), Spring, Jump and gvSIG. To analyze the results of respondents was made to adapt the questionnaire to the Likert response levels, which aims to verify the individual's level of agreement with a proposition that expresses something favorable or unfavorable relative to a psychological object. Among the components of the overall structure of the assessed GIS, Quantum GIS was chosen by the group of professionals interviewed as the most suitable free *software* for handling and analysis of spatial data, covering the basic components of the overall structure of a GIS as easier as the manipulation of the tools and user-friendly interface.

Keywords: An exploratory study. Manipulation of spatial data. Likert scale.

INTRODUÇÃO

É crescente o uso da tecnologia da informação quando se almeja uma maior precisão de dados para elaborar e executar projetos na área agrícola. A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), no processo de tomada de decisões e resolução de problemas no domínio geoespacial, é cada vez mais comum nos dias atuais (ALVES, 2011).

Os instrumentos computacionais do geoprocessamento, chamados de SIG ou GIS (Geographic Information System), permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados, por possibilitarem a automatização da produção de documentos cartográficos (ASSAD e SANO, 1998). A falta de informações básicas, como um banco de dados do SIG, dificulta a aplicação de ferramentas de gestão de forma eficiente.

Nesse contexto o SIG é caracterizado por apresentar funções que realizam análises espaciais, pois utiliza informações geográficas armazenadas na base de dados espaciais e realiza simulações sobre os fenômenos do mundo real, o que representa diversas possibilidades para a análise espacial (CONCEIÇÃO, 2013).

Uma vantagem da criação de interfaces de modelos ambientais e SIGs é a facilidade de análises simultâneas de variações espaciais. O termo “interface” é aplicado para o uso simultâneo de ferramentas de SIG e modelagem e não implica um nível específico de interação. O SIG proporciona ainda a vantagem de oferecer rigor matemático à análise por meio da visualização, simples e objetiva, dos resultados intermediários e finais por ele oferecidos (SPADOTTO et al, 2012).

Existem três grandes maneiras de se utilizar o SIG, sendo estas: ferramenta para produção de mapas; suporte para análise espacial de fenômenos; e como banco de dados geográficos, com funções de armazenar, processar e recuperar informações espaciais (MIRANDA, 2005).

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) a estrutura geral de um SIG deve contemplar os seguintes componentes: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de consulta e análise espacial; visualização e plotagem; armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográfico) (CÂMARA e QUEIROZ, 2001).

Segundo a Licença Pública Geral (General Public Licence – GPL/GNU), a expressão "*Software* livre" refere-se aos *softwares* que fornecem aos usuários os seguintes privilégios:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer finalidade;
- A liberdade de distribuir cópias do *software* ao próximo;
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades,
- A liberdade de aperfeiçoar o programa e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para estas duas últimas liberdades.

É comum recorrer ao uso de pesquisas qualitativas quando se quer discutir questões acadêmicas, e para isso é possível utilizar entrevistas para coletar as informações de forma menos rigorosa. Então, espera-se que o pesquisador descreva as regras e as teorias que direcionam seu trabalho, para avaliar o nível de confiança da pesquisa que usa esse recurso (DUARTE, 2004).

Entretanto, existem algumas limitações na elaboração de um questionário que dificulta a análise do mesmo, como por exemplo, quando não é feito um teste prévio com grupos semelhantes à população alvo (McCLELLAND, 1976).

O modelo mais utilizado pelos pesquisadores e comunidade acadêmica foi desenvolvido por Rensis Likert (1932), com o objetivo de mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais. A escala de verificação de Likert consiste em uma escala numérica de cinco níveis com a finalidade de medir o grau de concordância e satisfação do entrevistado (SILVA JÚNIOR e COSTA, 2014).

A escala do tipo likert, contudo, apresenta algumas restrições às quais devem ser levadas em consideração, pois, apesar de permitir ordenar indivíduos por meio de sua favorabilidade a determinado aspecto atitudinal, essa escala não apresenta uma base sobre quanto um indivíduo é mais favorável que outro (MIRANDA et al., 2009).

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma pesquisa exploratória, através da aplicação de questionário, com a finalidade de selecionar o *software* livre de geoprocessamento que apresente características mais adequadas para a manipulação e análise de dados espaciais em um Sistema de Informações Geográfico (SIG).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre os meses de setembro a dezembro no ano de 2014 e teve como abordagem uma análise de observação do participante, baseada em um estudo de caso único em que utiliza-se técnicas qualitativas realizada com profissionais envolvidos na área de Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas.

Para determinar o *software* livre de maior aceitação para manipulação e análise de dados espaciais com base nos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), utilizou-se o método de estudo exploratório através de um formulário direcionado aos profissionais das principais instituições de pesquisas do Brasil com experiência na área de geoprocessamento. Buscou-se profissionais nos Grupos de Pesquisa do CNPq, Universidades brasileiras e nos Institutos de Pesquisa, com atuação em geoprocessamento. Nessa avaliação levou-se em conta apenas a

opinião do usuário, sem considerar o tempo de uso dos *softwares* em suas atividades no dia a dia.

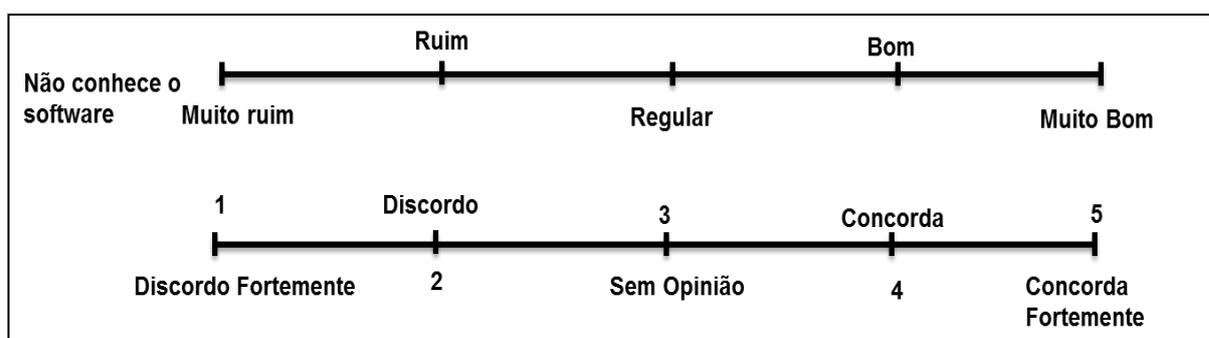
Para elaboração do formulário foram selecionados 04 (quatro) *softwares* livres mais comumente utilizados entre a comunidade acadêmica, sendo estes: gvSIG; Quantum GIS; Spring e Jump. O formulário foi disponibilizado *online* durante um período de 30 dias e a contribuição dos profissionais nesta pesquisa ocorreu de forma voluntária.

Na construção da escala de atitudes, o modelo adotado constituiu-se em seis níveis diferentes para analisar as tendências atitudinais em relação à pesquisa. A escala correspondente a cada item foi apresentada em seis opções existentes. Os pesquisados deveriam escolher a que melhor expressasse sua opinião sobre cada assertiva, isto segundo a intensidade de sua concordância ou discordância, conforme o seguinte esquema:

- ❖ Não conhece o *software*; Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; e Muito Bom.

Para análise dos resultados dos entrevistados, adaptou-se os seis níveis de escala apresentado no formulário para os 5 (cinco) níveis de resposta da escala do tipo Likert, com o intuito de verificar o nível de concordância do indivíduo com uma proposição que expressa algo favorável ou desfavorável em relação ao objeto de estudo. Convencionou as respostas assinaladas como “Muito Ruim” seriam codificados como “Discordo fortemente”; “Ruim” como “Discordo”; “Regular” como “Sem Opinião”; “Bom” como “Concorda” e “Muito Bom” como “Concordo Fortemente”, eliminando o item “Não Conhece o *Software*”, já que não possui parâmetros a serem avaliados qualitativamente. A figura 1 apresenta o formato da escala com suas respectivas pontuações.

Figura 1 – Adaptação da escala apresentada com o modelo de escala tipo Likert.



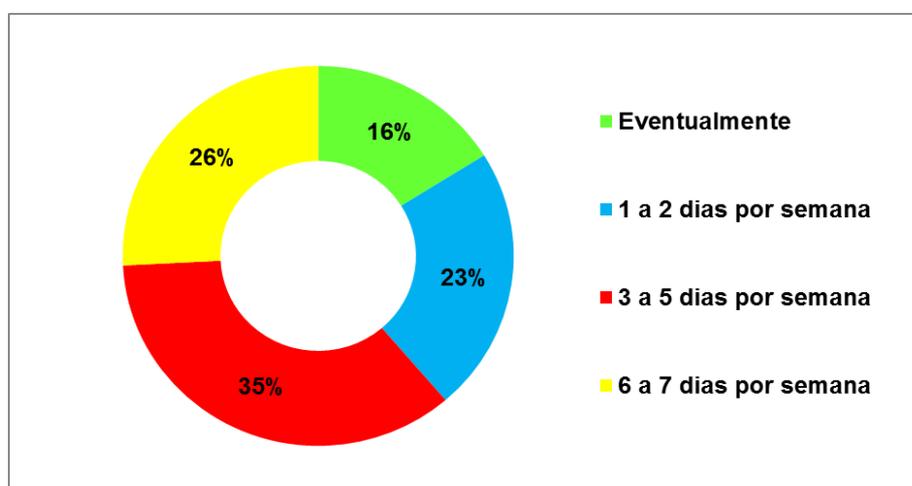
No levantamento de profissionais que trabalham na área de geoprocessamento, entre os líderes de Grupos de Pesquisa Diretório do CNPq, pesquisadores, professores de Universidades e Institutos de Pesquisa foram relacionados 150 profissionais. Dentre estes, 31 profissionais participaram da pesquisa respondendo ao questionário.

Ao final, foi feita a análise individual para cada pergunta realizada na pesquisa, visando a escolha do *software* mais representativo conforme a opinião geral dos participantes. A análise consistiu com base no somatório feito para *software* levando em conta a pontuação de cada resposta conforme a escala tipo Likert, figura 1. Posteriormente fez-se o somatório total dos possíveis pontos a serem adquiridos para cada pergunta para realizar a análise do percentual dos possíveis pontos a serem adquiridos para cada *software*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados da avaliação do formulário revela que fizeram parte da pesquisa 31 profissionais, sendo 23% mulheres e 77% de homens (Figura 2). Quanto ao uso das ferramentas de geoprocessamento nas atividades, 35% utilizam em média de 3 a 5 dias por semana, 26% de 6 a 7 dias por semana, totalizando 61% do total de entrevistados (Figura 03).

Figura 2 - Percentual dos entrevistados quanto ao uso de ferramentas de geoprocessamento em suas atividades.



Um fator que pode influenciar na resposta dos usuários é quanto ao tempo de uso das ferramentas para cada *software* livre, em que a percepção de cada entrevistado pode variar em relação ao período que o mesmo utiliza.

Inicialmente para análise dos resultados com base na escala do tipo Likert foi realizada a tabulação dos dados para cada pergunta efetuando o somatório dos valores atribuídos dos cinco níveis proposto pela escala do tipo Likert, com o objetivo de considerar as tendências atitudinais dos entrevistados em relação à pesquisa. Na tabela 1 está apresentado o resultado para cada pergunta com base na escala Likert.

Tabela 1 – Tabulação dos dados com base na escala do tipo Likert.

Perguntas	Softwares livre				Σ
	gvSIG	QGIS	Spring	Jump	
Interface com usuário	109	125	101	99	434
Entrada de dados georreferenciados	110	122	102	97	431
Integração de dados georreferenciados	106	120	108	94	428
Visualização dos dados.	110	123	108	96	437
Plotagem dos dados	102	114	99	95	410
Edição de Mapas	97	116	92	93	398
Facilidade no armazenamento e recuperação dos dados	97	116	92	93	398
Transformação de coordenadas	106	117	107	96	426
Ferramenta de geoestatística	97	109	102	91	399
Análise de imagem	95	106	120	92	413
Georreferenciamento de imagens	101	114	108	93	416
Vetorização	97	110	91	93	391
Velocidade de Processamento	99	113	108	93	413
Modelagem de dados	99	113	107	94	413

Descrição dos resultados para cada pergunta em relação aos *softwares* livres:

1. Interface com o usuário

No quesito interface com o usuário, observou-se na aplicação do método proposto pela escala do tipo Likert o *software* livre que se destacou como preferência pelos profissionais foi o QGIS, apresentando 125 pontos quando somadas as notas concedidas por todos os entrevistados, em segundo lugar o gvSIG com 109 pontos seguidos por Spring e Jump com 101 e 99 pontos, respectivamente (Tabela 1).

Campos (2006), afirma que um projeto de interface ruim é a razão de alguns *softwares* nunca terem sido utilizados, sendo assim, é desejável que a interface com o usuário seja tão simples quanto possível, em que as telas do *software* devem possuir um visual agradável, de fácil “navegação” e compreensão para o usuário.

2. Classificação quanto ao processo de entrada, integração e visualização de dados georreferenciados.

Quanto ao processo de entrada e integração de dados georreferenciados e a sua visualização, observou-se o mesmo resultado visto em relação à interface com o usuário para as três perguntas, onde o QGIS novamente é apontado como a melhor opção com 122 pontos para o parâmetro de entrada de dados georreferenciados, 120 pontos para interação de dados georreferenciados e 123 pontos para visualização dos dados. Em segundo lugar vem o gvSIG com 110 pontos, para o parâmetro de entrada de dados georreferenciados, 106 pontos para interação de dados georreferenciados e 110 pontos para visualização dos dados. O Spring e o Jump na sequência com 102 e 97 pontos, para o parâmetro de entrada de dados georreferenciados, 108 e 94 pontos para interação de dados georreferenciados e 108 e 96 pontos para visualização dos dados, respectivamente (Tabela 1).

Esse resultado já era esperado, pois os parâmetros de entrada e interação de dados são requisitos avaliados para obter uma boa interface, caso não haja uma boa comunicação entre o usuário e o *software* haverá dificuldades no controle e manipulação dos dados espaciais, impossibilitando uma alta qualidade de uso de seu *software*.

3. Plotagem dos dados

A plotagem é uma ferramenta muito importante para os *softwares* quando se deseja elaborar a impressão dos dados, muitas vezes aliadas a ferramentas de saídas que podem exportar os dados em diversos formatos e em diversas resoluções. Quanto ao parâmetro plotagem (Tabela 1), mais uma vez o uso do QGIS destacou-se como o *software* preferido com 114 pontos seguidos por gvSIG, Spring e Jump com 102, 99 e 95 pontos respectivamente.

4. Edição de mapas

A grande função dos *softwares* de geotecnologia é a geração de mapas, sendo os maiores desafios: desenvolver mapas espacialmente corretos e visualmente atraentes, sendo um bom mapa definido não apenas pelo norte geográfico, a barra de escala ou o tamanho do papel. Para tanto, os *softwares* precisam de ferramentas de edição de mapas desenvolvidas, onde além de conseguir inserir as peças básicas de um mapa, também possa melhorar o *design*. Nesse quesito o *software* com maior pontuação foi o QGIS com 116 pontos, o segundo foi o gvSIG 97 pontos, em terceiro o Jump com 93 pontos e por último o Spring com 92 pontos, conforme apresentado na Tabela 1.

5. Classificação quanto à facilidade no armazenamento e recuperação dos dados

Câmara et al. (1996) afirmam que o Sistema de Informação Geográfica é um sistema responsável pela aquisição, armazenamento, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas; sem o armazenamento dos dados fica impossibilitada a análise e exibições das informações digitais. Portanto, o armazenamento e recuperação dos dados são de suma importância para um bom funcionamento do SIG. Segundo os dados analisados pelos profissionais o *software* que mais se destaca nesse quesito é o QGIS com 29% dos pontos possíveis, seguido pelo gvSIG com 24% (Tabela 1).

6. Transformação de coordenadas

Nos *softwares* de SIG é pertinente transformações de coordenadas, principalmente em relação ao DATUM. Conforme essa pesquisa, o QGIS é o *software* mais indicado nesse quesito com somatório de 117 pontos ou 27% dos pontos possíveis, em segundo vem o Spring com 107 pontos (Tabela 1).

7. Classificação quanto à ferramenta de geoestatística

A geoestatística é uma divisão da estatística que alia o conceito de variáveis aleatórias com o conceito de variáveis regionalizadas, gerando assim um conceito de funções aleatórias (LANDIM, 2006). A associação de procedimentos de estatísticas espaciais aos SIGs é importante, pois permite representações com

hipóteses mais próximas do contínuo dos fenômenos ambientais, além de quantificar as imprecisões associadas aos produtos trabalhados (CAMARGO et al., 2010).

Entre os *softwares* pesquisados, o que mais recebeu pontos dos entrevistados quanto a ferramenta geoestatística foi o QGIS com 109 pontos correspondendo a 27% dos pontos possíveis, seguido por Spring, gvSIG e Jump com pontuações iguais a 102, 97 e 91 pontos, respectivamente (Tabela 1).

8. Análise de imagem

As imagens de satélite contêm dados brutos sobre a refletância dos alvos ou objetos que estão sobre a superfície, somente depois da interpretação ou classificação podem transformar em informações temáticas (DUARTE et al., 2009). Os mapas podem ser obtidos automaticamente através da utilização de programas dedicados exclusivamente para tratamento de imagens, permitindo a geração de imagens com diferentes composições de cores, ampliações de partes dessas imagens e classificações temáticas dos objetos nelas identificados (CARVALHO e ARAÚJO, 2009).

O Spring foi o *software* livre que se destacou no quesito ferramenta de análise de imagens apresentou 120 pontos, seguido do QGIS com 106 pontos, gvSIG com 95 pontos e por último o Jump com 92 pontos (Tabela 1). Segundo o INPE (2012), o Spring é o *software livre* de informação geográfica mais utilizado no Brasil por pesquisadores e estudantes para análise de imagens.

9. Georreferenciamento de imagens

Georreferenciar uma imagem ou um mapa é tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência (ROQUE et al., 2006). Diversos *softwares* possuem ferramentais de georreferenciamento, dentre os programas avaliados o QGIS foi escolhido pelos usuários como o *software* mais indicado para executar o georreferenciamento de imagens com 114 pontos, seguido do Spring com 108 pontos, do gvSIG com 101 e por fim o Jump com 93 pontos (Tabela 1).

10. Vetorização

Quanto a ferramenta de vetorização o *software* que obteve maior número de pontuação foi QGIS com 110 pontos em seguida o gvSIG com 97 pontos, seguido pelo Jump 93 pontos, e por último o Spring com 91 pontos (Tabela 1).

11. Velocidade de processamento

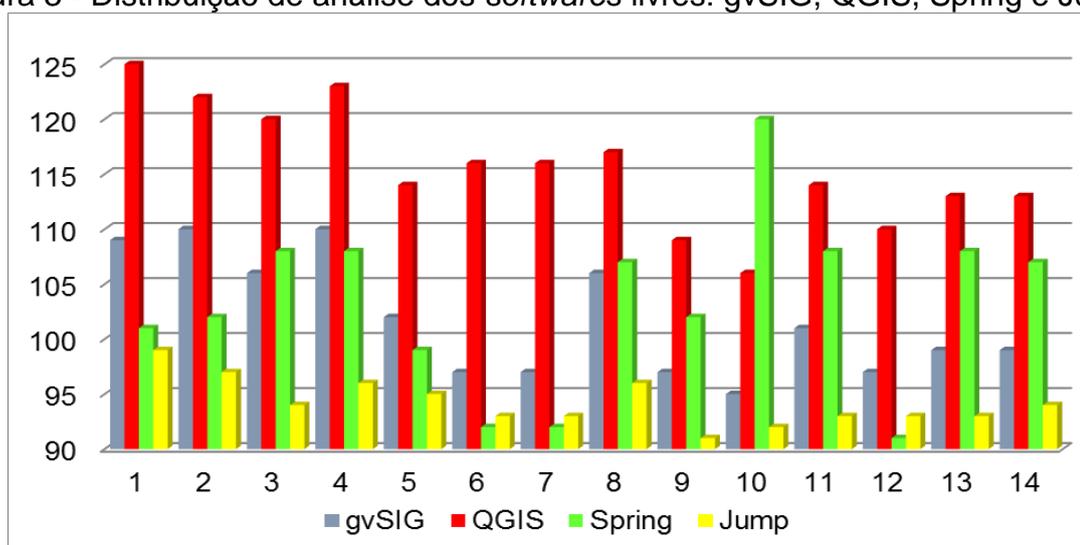
Em relação à velocidade de processamento dos *softwares* livres avaliados, o QGIS foi considerado o *software* com maior velocidade em relação ao tempo de resposta, com 113 pontos, em seguida o Spring com 108 pontos e posteriormente o gvSIG com 99 e o jump com 93 (Tabela 1). A velocidade de processamento está relacionada aos atributos de cada *software* que evidenciam seu tempo de resposta, onde associado ao poder de processamento de cada máquina no qual foram rodados os programas, influenciam a capacidade de processamento das informações.

12. Modelagem de dados

O parâmetro modelagem de dados teve classificação dos *softwares* semelhante à maioria dos outros avaliados, onde o QGIS foi o que obteve maior pontuação com 113 pontos, em segundo o Spring com 107 pontos, seguidos por gvSIG e Jump com 99 e 94 pontos respectivamente (Tabela 1).

Conforme a análise geral dos parâmetros avaliados (Figura 3), observou-se que o *software* livre QGIS foi escolhido como melhor opção para trabalhar com desenvolvimento de banco de dados.

Figura 3 - Distribuição de análise dos *softwares* livres: gvSIG, QGIS, Spring e Jump



Entre os componentes da estrutura geral dos SIG avaliados, o QGIS destacou-se, obtendo maior pontuação entre os entrevistados em quase todos os componentes, apenas na componente análise de imagem ficou em segundo lugar. É

importante salientar que o Spring foi o SIG que recebeu maior pontuação para análise de Imagem, merecendo assim um destaque para esse quesito. Entre os *softwares* analisados o Spring e o GvSIG ficaram praticamente empatados, provavelmente não haveria diferença qualitativa, quando considerado o total geral de pontos obtidos nas questões. O spring com 24,5% do total de pontos possíveis e o GvSIG com 24,9%.

Nesse contexto, corroborando os resultados apresentados, encontraram-se alguns trabalhos que definem o QGIS como um *software* livre que apresenta vantagens para se trabalhar em diferentes áreas.

Duarte et al. (2014) avaliando a vulnerabilidade da água subterrânea à poluição com o desenvolvimento de uma aplicação através do *software* Quantum GIS (QGIS), verificou que o utilizador pode gerar os mapas de acordo com a sua percepção levando em consideração a informação disponível, incluindo as observações de campo. Os mesmos afirmam que a aplicação foi desenvolvida sob o QGIS, por ser um *software* de código aberto, respeita o conceito *open source*, tendo em vista as suas numerosas vantagens, como facilidade de uso e eficiência no desenvolvimento de *plugins*, usando a linguagem Python.

Vignola Junior (2015) criou um método com a utilização de *software* Sistema de Informação Geográfico (GIS) para interpretar a distribuição da arborização no sistema viário público urbano. Os primeiros ensaios desta pesquisa foram realizados com apoio em *hardware* convencional e nos *softwares* GIS TerraView e ArcGIS. Porém, em virtude de algumas limitações encontradas, o autor sentiu-se a necessidade de novas adaptações, cujas rotinas de operação melhor se adaptaram com o *software* QGIS – Quantum GIS, cujas vantagens de aplicações da metodologia com *softwares* como o Quantum GIS, deu-se pelo quesito de ser um *software* livre, com facilidade no relacionamento entre DATUM, rapidez e facilidade com que as fotos de satélite são georreferenciadas e a associação fácil com outros programas livres, como linux, libreoffice e OpenJUMP.

Ainda em referência ao Quantum GIS, Torchetto et al. (2014) estudando o seu uso para caracterização e delimitação de área degradada, descreveu o *software* como uma interface simples e de fácil manuseio, pois o mesmo apresenta grande disponibilidade de ferramentas que possibilitam visualizar, gerenciar, editar, analisar os dados e compor mapas impressos, além de obter impressão com determinadas *screenshots* e uma lista de recursos mais detalhada; também permite, consultas

espaciais, exploração interativa de dados, identificação e seleção de geometrias, pesquisa, visualização e seleção de atributos e criação de simbologia vetorial e raster. E ainda suportando as bases de dados geográficas PostGIS, SpatiaLite e SQL Anywhere.

CONCLUSÃO

Os itens levantados no formulário de pesquisa foram parâmetros suficientes para efetuar a análise exploratória da escolha do *software* livre preferido pelo público alvo para manipulação de dados espaciais.

O Quantum GIS foi escolhido pelos grupos de profissionais de pesquisa como o *software* livre mais indicado para realização de manipulação e análise de dados espaciais, contemplando os componentes básicos da estrutura geral de um SIG, como maior facilidade quanto à manipulação das ferramentas e interface amigável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. da S. **Software GIS livre e o ensino-aprendizagem da Geografia**. 2011. 50f. Monografia (Licenciatura plena em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2011.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.I; CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS (BRASIL); EMBRAPA. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. rev. Brasília: CPAC, 1998. 434 p.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. 10ª Escola de Computação. Campinas. Instituto de Computação - UNICAMP. 1996. 197p.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de. **Introdução à Ciência da Geoinformação: Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. INPE-10506-RPQ/249, 2001

CAMARGO, E. C. G; MONTEIRO, A. M. V.; FELGUEIRAS, C. A. e FUKS, S. D. Integração de Geoestatística e Sistemas de Informação Geográfica: Uma necessidade. [CD-ROM]. In: V Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina, 7, Salvador, 1999. **Anais...** Bahia: gisbrasil'99., 1999. Seção de Posters Técnico-Científicos.

CAMPOS, R. R. de. **Características de sistemas integrados de gestão empresarial desenvolvidos sob o modelo de software livre:** informações para suporte à fase de seleção e viabilidade de instalação em pequenas empresas. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-15072006-071354/>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

CARVALHO, E. A.de; ARAÚJO, P. C.de. **Interpretação de imagens de satélite.** Natal, RN: EDUFRRN, v.12, 244 p., 2009. ISBN: 978-85-7273-525-4.

CONCEIÇÃO, L. M. da. **Avaliação da qualidade ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Suaçuí Grande.** 2013. 35f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

DUARTE, L.; DIAS, A. J. G.; MARQUES, J. E.; TEODORO, A.C.; GONÇALVES, J. A.; CARVAHO, J. M. Avaliação da vulnerabilidade da água subterrânea à poluição através do método DRASTIC - uma aplicação SIG open source. **Comunicações Geológicas**, v. especial II, n.101, p. 677-680, 2014.

DUARTE, R. F.; MEDEIROS, C. M.; DUMITH, R. de C.; OLIVEIRA, A.de O. de LUCAS, L. M. Utilização de imagens orbitais do sensor TM/Landsat 5 para identificação e monitoramento do uso e ocupação do solo no município de Pedras Altas, Rio Grande do Sul, Brasil. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, p. 5757-5764.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais . Departamento de Processamento de Imagens – DPI. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2925>. Acesso em 19 nov. 2015.

LANDIM, P.M.B. Sobre Geoestatística e mapas. **Terrae didat**, v.2, n.1, p.19-33, 2006.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives in Psychology**, 140, p. 1-55, 1932.

McCLELLAND, J.A.G. Técnica de Questionário para Pesquisa. **Revista Brasileira de Física**. v. especial, n. 1, p. 93-101, 1976.

MIRANDA, J.I. EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

MIRANDA, S. M.de; PIRES, M. M.de S.; NASSAR, S. M.; Silva, C. A. J. da. Construção de uma Escala para Avaliar Atitudes de Estudantes de Medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**. v.33, p.104-110, 2009.

ROQUE, C. G.; OLIVEIRA, I. C. de, FIGUEIREDO, P.P.; BRUM, E. V. P.; CAMARGO, M. F. GEORREFERENCIAMENTO. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.87-102, 2006.

SANTOS, G. E. de O. **Cálculo amostral**: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 14 nov 2015.

SILVA JÚNIOR, S. D.da; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**. v. 15, p.1-16, 2014.

SPADOTTO, C.A.; HOLLER, W.A.; MARTINHO, P.R.R.; FOIS, N.S.; MORAES, D.A.C.; DALTIÓ, J.; TRAJANO, S.R.S. **Interfaces de Modelos Ambientais e Sistemas de Informação Geográfica para a Gestão Territorial da Contaminação de Recursos Hídricos**. (Documentos / Embrapa Gestão Territorial). Brasília, DF: Embrapa, 2012. 37 p.

TORCHETTO, N. L.; QUEIROZ, R. de ; PEYROT, C.; PATATT, E. R.; LANGNER, C. H.; OCHOA, L.; KOPPE, E. O uso do Quantum Gis (QGIS) para caracterização e delimitação de área degradada por atividade de mineração de basalto no município de Tentente Portela (RS). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** – REGET, v. 18, n. 2, p.719-726, 2014.

VIGNOLA JUNIOR, R. ArbVias – Método de avaliação da arborização no sistema viário urbano. **Paisagem e Ambiente: Ensaios**, n. 35, p. 89-117, 2015.

CAPÍTULO 2

BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO DE ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO: TECNOLOGIAS DE APOIO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS¹.

Wyara cordeira Valença², Clovis Manoel Carvalho Ramos³, Saulo Medrado dos Santos⁴.

RESUMO

A caracterização dos atributos físico-hídricos do solo é crucial para auxiliar no manejo de cultivos agrícolas e no planejamento da irrigação, fornecendo subsídio que contribui para eficiência do uso da água. Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) vem sendo utilizado como uma ferramenta importante para auxiliar na tomada de decisões, já que armazenam dados de diferentes origens e formatos e ainda possuem ferramentas para sua manipulação de acordo com a necessidade do usuário, permitindo o intercâmbio entre elementos espaciais, não espaciais, temporais, etc. O objetivo do trabalho foi desenvolver um Banco de Dados Geográficos, composto de uma base de dados georreferenciadas de atributos físico-hídricos do solo no Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE, para contribuir no planejamento eficiente da irrigação. O Banco de Dados foi desenvolvido com o auxílio do Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBD) PostgreSQL e sua extensão espacial PostGIS. O banco de dados “Atributos_Fisico-Hidricos”, apresentou no *software* livre Quantum GIS várias camadas, bem como tabelas de atributos que possibilitam a realização de consultas das informações alfanuméricas na qual apresenta uma interface amigável para com os usuários finais, chegando a resultados que demonstram, de maneira clara e objetiva, a importância de uma aplicação de um SIG para subsidiar o planejamento racional de água para irrigação.

Palavras-chave: Irrigação. Sistema de Informação Geográfica. Banco de Dados.

¹Parte da dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola do primeiro autor. Formatação conforme ABNT

² Mestranda em Engenharia Agrícola. wyara.valenca@hotmail.com

³Doutor, Professor, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Av. Antônio Carlos Magalhães, 510 Country Club, Juazeiro-BA. CEP: 48.902-300. Clovis.ramos@univasf.edu.br

⁴ Mestre, em Engenharia Agrícola. saulomedrado1@gmail.com

ABSTRACT

The characterization of physical water soil attributes is crucial to assist in the management of agricultural crops and irrigation planning, providing subsidy that contributes to the efficiency of water use. In this context, the Geographic Information Systems (GIS) has been used as an important tool to assist in decision making, as store data from different sources and formats and still have tools for handling according to the need of the user, allowing the exchange of spatial elements, not spatial, temporal, etc. The objective was to develop a Geographical Database, consisting of a georeferenced database of physical-hydric soil attributes in the Irrigated Perimeter Pontal South / PE, to contribute to the efficient planning of irrigation. The database was developed with the help of the Database Management System (DBMS) PostgreSQL and PostGIS spatial extension. The database "Atributos_Fisico-water" presented in Quantum GIS open source multiple layers and attribute tables that allow consultation of alphanumeric information on which features a friendly interface with end users, reaching results that demonstrate in a clear and objective manner, the importance of application of GIS to support rational planning of water for irrigation.

Keywords: Irrigation. Geographic Information System. Database.

INTRODUÇÃO

A caracterização dos atributos físico-hídricos do solo, a relação solo-água-planta e o clima são parâmetros cruciais para auxiliar no manejo de culturas agrícolas e no manejo da irrigação, apontando a eficiência do uso da água (PADRÓN et al., 2015). Conforme Nascimento et al. (2012), o conhecimento desses atributos é fundamental para que as culturas expressem o máximo do seu rendimento, possibilitando a exploração mais racional dos recursos hídricos e do solo, em consequência do correto dimensionamento dos sistemas de irrigação.

O manejo eficiente e eficaz da água na agricultura irrigada pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos com a aplicação da lâmina d'água na quantidade necessária e no momento certo, porém seu mau uso provoca alteração ou até mesmo degradação do meio físico natural (PAZ, 2000).

O semiárido brasileiro abrange 56,46% da região Nordeste (INSA, 2010). Essa região é caracterizada pela insuficiência de chuvas que aliada à irregularidade na distribuição pluviométrica origina períodos longos de estiagens.

Nesse contexto, diante da complexidade do problema da seca no semiárido, pesquisadores, técnicos e estudiosos buscam formas de viabilizar o desenvolvimento desta região. Como forma de assegurar a estabilidade econômica da população investiu-se na implantação de perímetros de irrigação em algumas localidades, inclusive no Polo Petrolina-Juazeiro (ORTEGA e SOBEL, 2010), o que contribuiu para o desenvolvimento da fruticultura irrigada dessa região.

O uso inadequado dos recursos hídricos na agricultura visando alta produtividade é um dos fatores que têm contribuído para seu desperdício com consequências indesejáveis ao meio ambiente. Assim, para potencializar a produtividade e o aumento da qualidade dos produtos, advindos da agricultura irrigada, na região do semiárido nordestino, é imprescindível maximizar a eficiência e eficácia no manejo da água de irrigação (DANTAS et al., 2014)

Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são ferramentas importante para auxiliar na tomada de decisões, já que armazenam dados de diferentes origens e formatos e ainda possuem ferramentas para sua manipulação de acordo com a necessidade do usuário, permitindo o intercâmbio entre elementos espaciais, não espaciais, temporais, etc. (FRANCISCO, 2008). Sendo assim a aquisição dos dados e o seu armazenamento, são etapas imprescindíveis para a qualidade das informações geradas pelos SIGs.

Juliani (2012) aborda banco de dados como um repositório de arquivos de dados computadorizados, onde os usuários da aplicação podem executar diversas operações sobre estes arquivos, como inserção, pesquisa, alteração e eliminação de dados.

Dessa forma, solicitações de acesso ao banco de dados são tratadas por Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Geográficos (SGBD) e operações como inclusão, remoção, busca e atualização de dados de tabelas e registros são recursos fornecidos pelo SGBD (RORATO, 2014).

Um Sistema Gerenciador de Banco de Dados muito utilizado é o PostgreSQL, pois além de ser um *software* de código aberto o mesmo apresenta a capacidade de tratar volumes de dados com alta performance (POSTGRESQL, 2005). Em conjunto, tem-se o PostGis, que é uma extensão espacial do PostGreSQL, responsável por adicionar entidades geográficas ao seu SGBD. O PostGis possibilita armazenar, recuperar e analisar dados espaciais em um SIG (CHOAS, 2010).

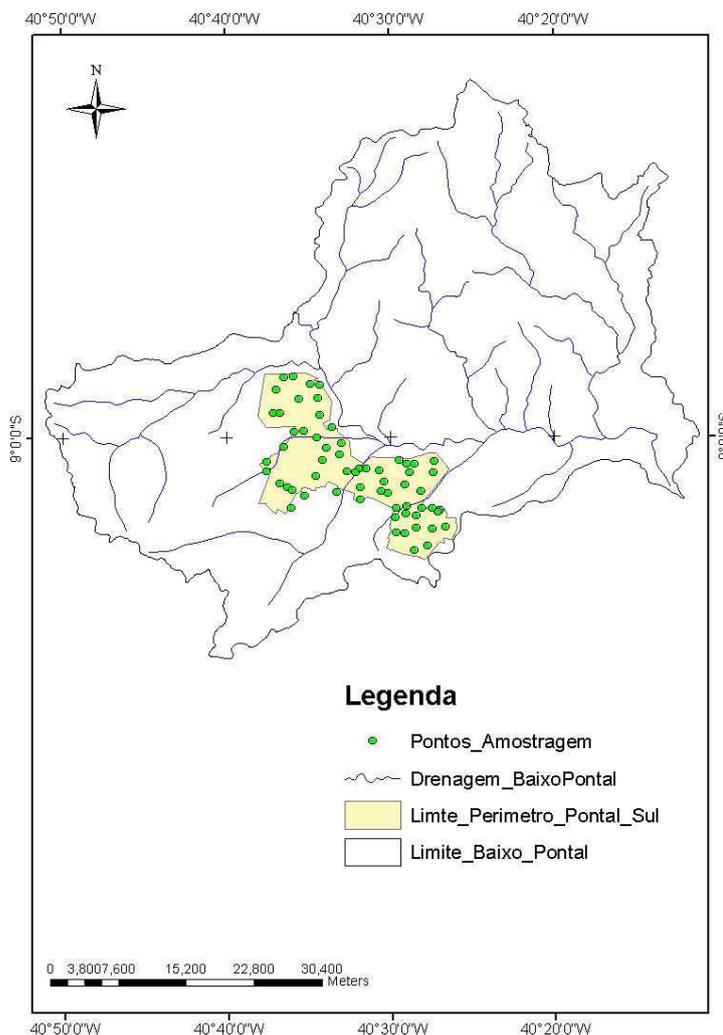
O SGBD apresenta um número expressivo de funções espaciais/topologias que são utilizadas para subsidiarem análises espaciais. Assim, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um Banco de Dados Geográficos, utilizando o sistema SGBD PostgreSQL/PostGis, composto de uma base de dados georreferenciadas de atributos físico-hídricos do solo no Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE, que permita a Inter-relação com informações espaciais da mesma área, afim de contribuir para as práticas à serem adotadas no planejamento mais econômico e eficaz da irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo restringe-se ao Perímetro Irrigado Pontal Sul, localizado na zona rural de Petrolina/PE, com uma área de 3,7 mil hectares efetivamente irrigáveis (CODEVASF, 2014).

Os dados obtidos foram disponibilizados pela Embrapa Semiárido, com a coleta de 122 amostras de solo ao longo da área do perímetro irrigado (Figura 4) nas camadas de 0,00 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m, levando-se em consideração as manchas de solo, de acordo com levantamento de classes de solos realizado pela Embrapa. Do total de amostras coletadas, 62 amostras na camada de 0,00 – 0,20 m e 60 amostras na camada de 0,20 – 0,40 m de profundidade, todos os pontos de amostragem foram georeferenciadas por meio de GPS do tipo Garmin 60CSx (RAMOS, 2012).

Figura 4 – Distribuição Espacial dos pontos de coleta de amostragem



Fonte: RAMOS, 2012

Os dados de retenção de água do solo foram disponibilizados pela Embrapa. Segundo Ramos (2012) foi realizada a determinação da curva característica, pelo método da centrífuga (RECKZIEGEL et al., 2007), além da determinação da granulometria, densidade do solo (DS), densidade de partícula (DP) e porosidade total (PT). A DS foi adquirida pelo método da proveta e DP determinada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997) e em seguida, determinada a PT pela equação 1:

$$PT (\%) = [(DP - DS)/DP]*100 \quad (1)$$

Para caracterização da retenção de água no solo, foram utilizados os valores de Capacidade água disponível (CAD), referente a diferença entre as umidades as

tensões 6 e 1500 kPa, e os valores de água prontamente disponível (APD), representada pela diferença de umidade nas tensões de 6 e 100 kPa.

Os dados foram obtidos em formato de planilha (ODF) e transformados em formato vetorial (Shapefile), através do *software livre* Quantum GIS.

Além dos dados citados também foram adquiridos junto ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Embrapa Semiárido dados do Projeto Irrigado Pontal Sul no formato vetorial (*Shapefile*), como:

- Limite do projeto;
- Limite de cada lote inserido no projeto;
- Localização das estações de bombeamento;
- Localização das redes pressurizadas;
- Localização da Tomada d'água;
- Localização da tubulação de recalque;
- Distribuição do canal;
- Distribuição do Conduto,
- Reservatório.

Após aquisição dos dados, os mesmos foram referenciados em um mesmo DATUM, para não ocorrer incompatibilidades no posicionamento. Os dados foram referenciados ao Sistema de Referência SIRGAS 2000, seguindo as recomendações atuais para padronização do dado cartográfico (IBGE, 2005) e ao Sistema de Projeção em Coordenadas Geográficas Zona 24S (hemisfério Sul).

Para a elaboração do banco de dados foram utilizados os seguintes programas com suas respectivas versões:

- PostgreSQL, versão 9.4;
- PostGIS for PostgreSQL, versão 2.14;
- Quantum GIS, versão 2.6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que todos os planos de informação pudessem ser utilizados adequadamente, os dados obtidos no levantamento em UTM foram convertidos em coordenadas geográficas para inclusão no banco de dados. Todos os dados foram transformados ao formato *shapefile* (shp) e reprojitados para o sistema de projeção

DATUM SIRGAS 2000, com intenção de estabelecer a localização correta de pares de coordenadas na superfície da terra.

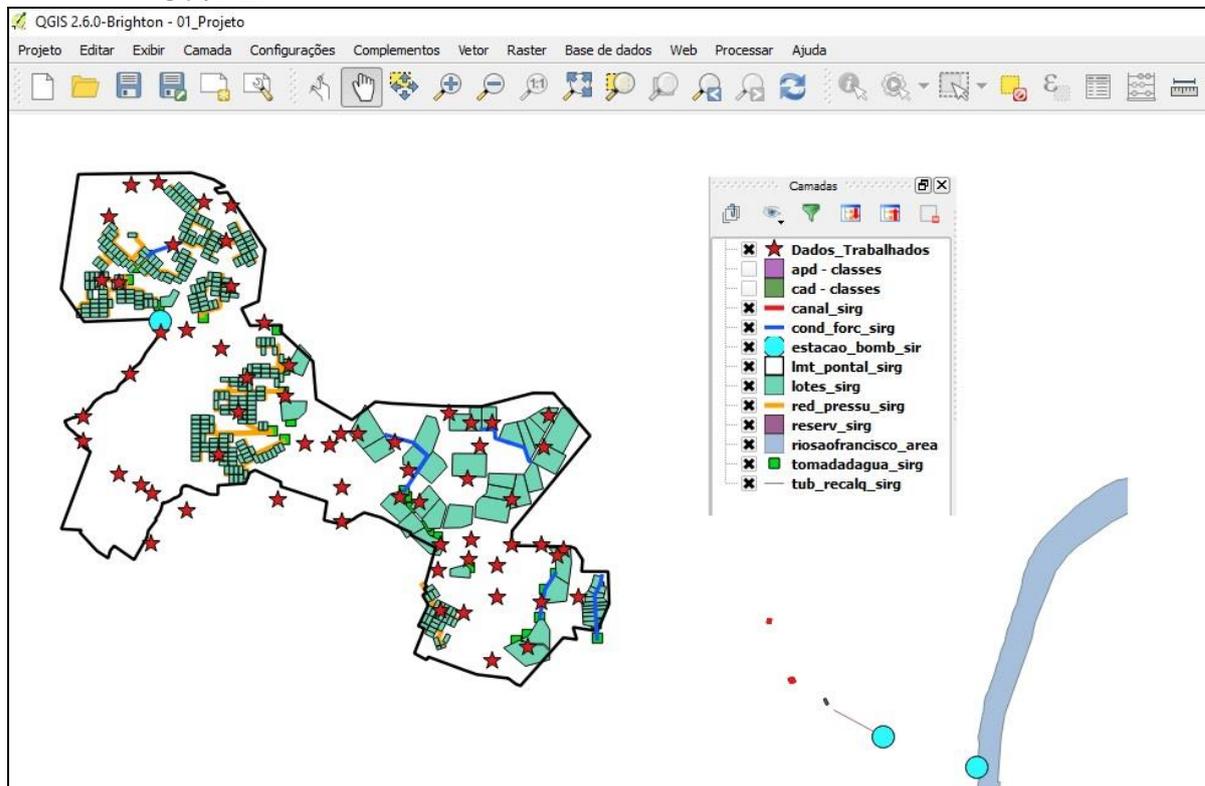
Foram inseridas ao Banco de Dados Geográficos (BDG) 11 bases. O resultado da conversão dos arquivos ESRI *shapefile* inseridos no BDG com suas características originais para consulta (Tabela 2), juntamente com os atributos característicos de cada base cartográfica.

Tabela 2 – Bases cartográficas inseridas no banco de dados.

Shapefile	Atributo	Descrição do Atributo
estacao_bomb_sig (Estação e Bombeamento)	Vazão_l_s	Valor da vazão na estação
	tomadadagua (Tomada D'Agua)	Valor da vazão na tomada d'agua
tub_recalq_sirg (Tubulação de Requalque)	Vazão	Valor da vazão na tomada d'agua
	Classe	Característica da tomada D'agua (Canal, Reservatório e etc)
red_pressu_sirg (Rede Pressurizada)	DN_mm_	Diâmetro nominal em mm da tubulação
Cond_forc_sirg (Conduto Forçado)	Nome	Nome da Rede
	Length	Comprimento da rede
canal_sirg (Canal)	Nome	Nome do Conduto
	TipoTubo	Tipo de material que é feito
	DiametroTu	Diâmetro do Tubo
	Vazão	Vazão do conduto
reserv_sirg (Reservatório)	Entity	Linha do canal
lmt_pontal_sirg (Limite Pontal Sul)	Nome	Nome do reservatório
riosaofrancisco_area (Rio São Francisco)	Nome	Nome do polígono
	Classificação	Característica do polígono (Rio ou represa)
	md_ar_poli	Área do polígono
lotes_sirg (Limite dos Lotes)	cd_fluxo	Fluxo de água do polígono (Permanente ou intermitente)
	Nome	Nome do lote
	Perimeter	Perímetro do lote em m
CAD - Classes	Hectares	Área do lote em ha
CAD - Classes	CAD	Capacidade de Água Disponível
APD - Classes	APD	Água Prontamente Disponível

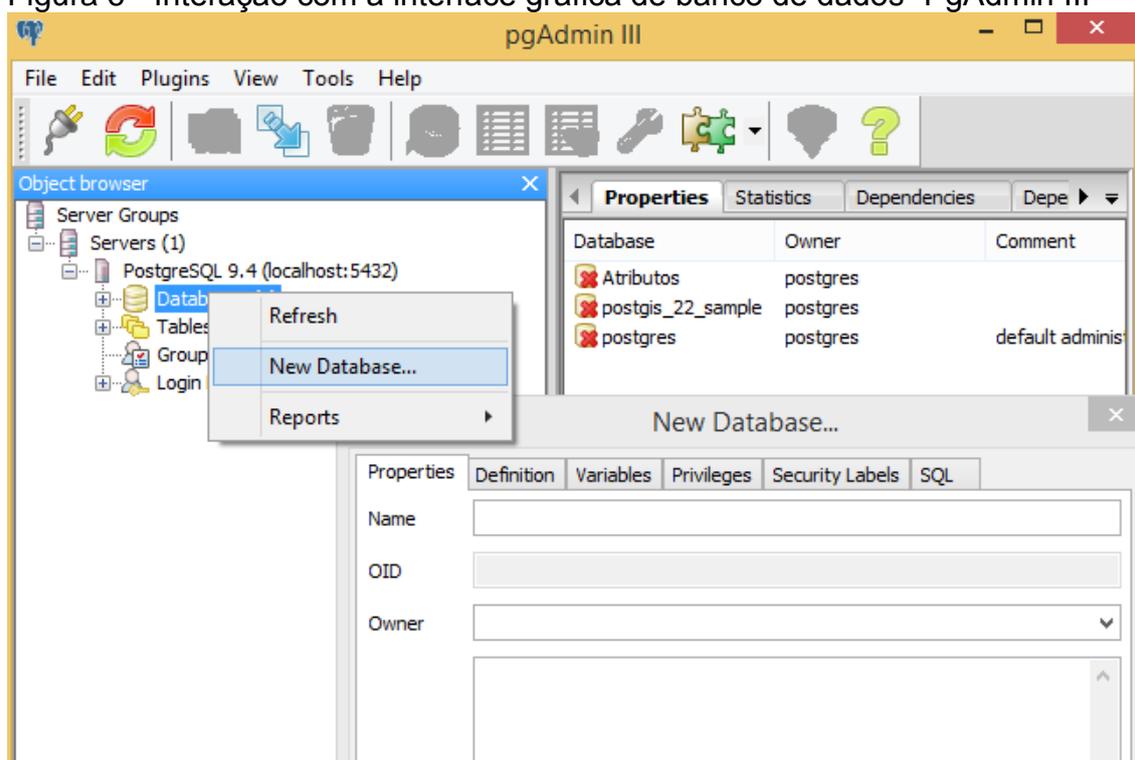
A Figura 5 mostra o projeto final com a inserção de todos os dados no formato *shapefile* (shp). Pode-se observar que todos os dados estão inseridos dentro do limite do Perímetro Irrigado Pontal Sul.

Figura 5 - Projeto Final de Atributos Físico-Hídricos do Perímetro Irrigado do Pontal Sul/PE.



A criação do banco de dados espacial foi realizada através da interface gráfica do “PgAdmin III” (Figura 6).

Figura 6 - Interação com a interface gráfica de banco de dados “PgAdmin III”

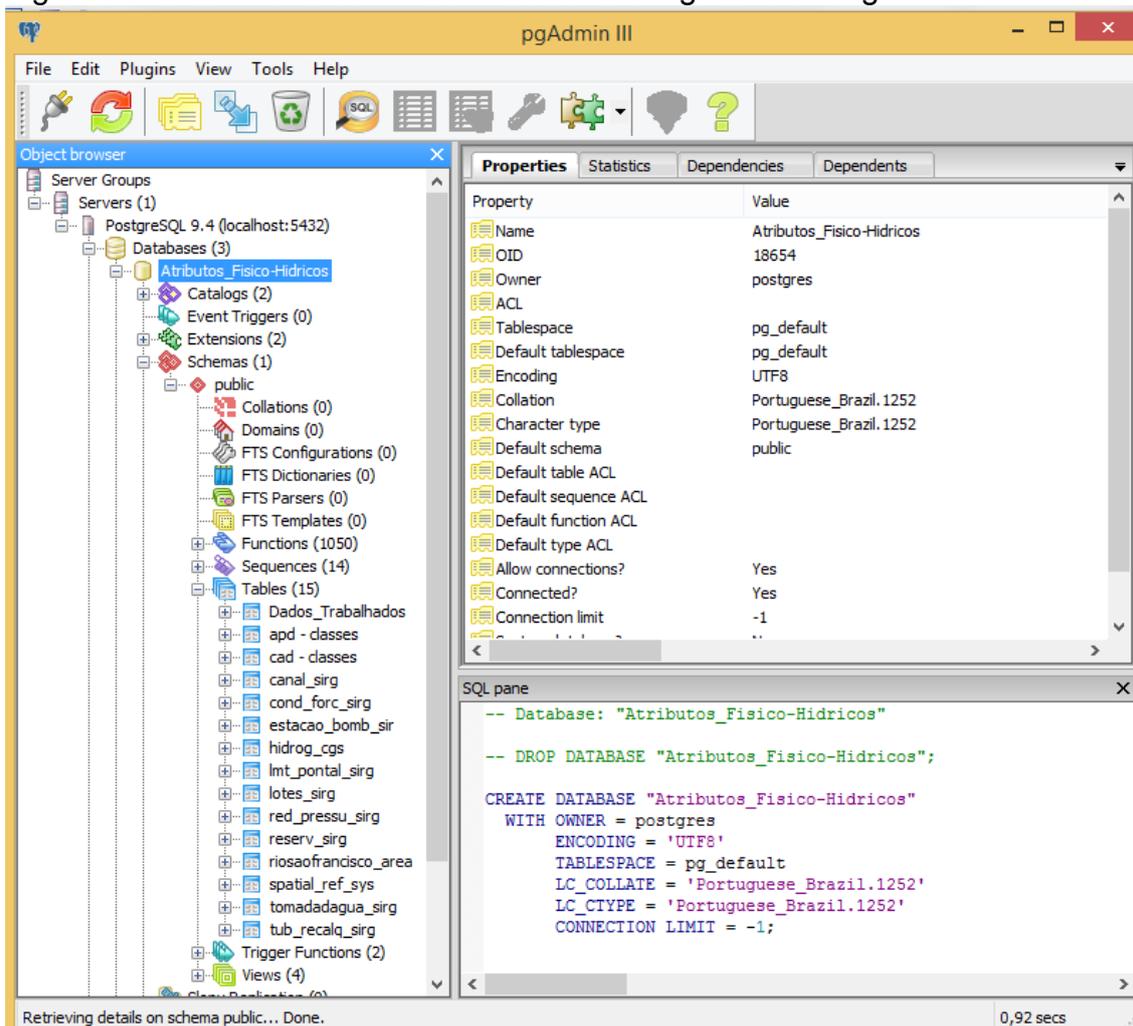


Atribuiu-se ao banco de dados a seguinte nomenclatura: “Atributos Fisico-Hidricos”.

Os arquivos em formatos *.shp foram importados para o PostGIS executando-se o carregador de *shapefiles* que acompanha a extensão espacial PostGIS, através do comando `shp2pgsql`, via prompt do MS-Dos.

Na interface gráfica do “PgAdmin III” observam todas as tabelas com os dados alfanuméricos que estão inseridas no Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados PostgreSQL/PostGIS, Figura 7.

Figura 7 – Banco de Dados criado na interface gráfica do “PgAdmin III”



Com a criação do Banco de Dados no ambiente do PostgreSQL/PostGIS foi estabelecida a conexão do *software* livre Quantum GIS com o PostgreSQL/PostGIS, conforme Figuras 8 e 9, o qual apresenta uma interface amigável com os usuários finais, chegando a resultados que demonstram, de maneira clara e objetiva, a importância da aplicação de um SIG para subsidiar o planejamento racional de água na irrigação.

O banco de dados apresenta no SIG várias camadas, bem como tabelas de atributos que possibilitam a realização de consultas das informações alfanuméricas. As figuras 5 e 6 mostram os mapas de caracterização da retenção de água no solo, correspondendo a Capacidade de Água Disponível (CAD) e Água Prontamente Disponível (APD). Os mapas foram obtidos pela interpolação de dados representativos da camada de 0,00 m – 0,40 m, gerados pelo mesmo programa computacional.

Figura 8 - Mapa de Capacidade de Água Disponível na camada (0,00 – 0,40) m
Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE.

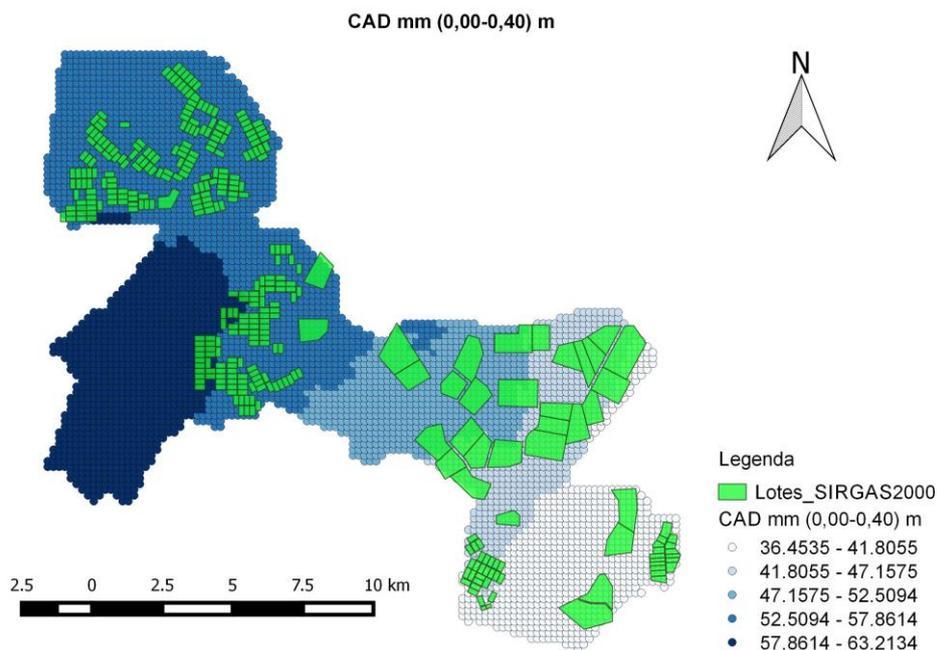
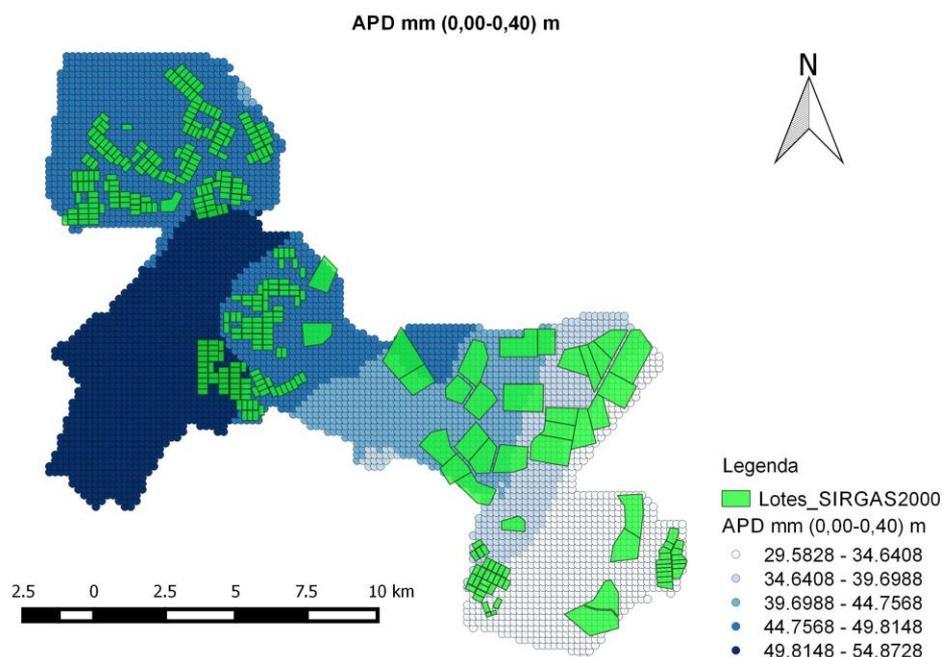


Figura 9 – Mapa de Água Prontamente Disponível na camada (0,00 – 0,40) m
Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE.



Estes mapas fornecem informações espaço-temporais de disponibilidade de água no solo, sendo possível verificar que o sistema é viável para mapeamento e controle de irrigação, permitindo a caracterização de zonas de manejo pelo próprio usuário do sistema.

O Quantum GIS permite classificar os arquivos vetoriais de acordo com sua tabela de atributos, gerando mapas temáticos, como no caso acima. Posteriormente esses mapas podem vir a ser plotado para impressão, ou exportado, subsidiando informações cruciais para um planejamento preciso da irrigação.

Com os dados interpolados a determinação de zonas homogêneas é nítida, podendo assim analisar individualmente os resultados de cada combinação, percebendo que os valores para as características de retenção de água são variáveis. Dessa forma, busca-se enfatizar que os lotes que apresentam solos com menor capacidade de retenção de água, necessitando de uma irrigação de maior frequência (menor período de turno de rega) deverão ser atendidos com menores volumes de água para irrigação, já os lotes que possuem solos com uma maior capacidade de retenção de água, podem assim ter um sistema de irrigação realizado com maiores turno de rega, conseqüentemente poderão ser atendidos com maiores volumes de água. Além disso, os agricultores poderão optar por diferentes sistemas de irrigação e diferentes culturas, dependendo das características físico-hídricas do solo.

Assim, o sistema permite que o usuário opere sabendo onde, quando e quanto irrigar, mantendo cada região irrigada o mais próximo possível da umidade do solo ideal, minimizando o consumo de água e energia elétrica sem afetar a produtividade.

Nesse contexto, o banco de dados de atributos físico-hídricos do solo do Perímetro Irrigado Pontal Sul, "Atributos_Fisico-Hidricos", é capaz de gerar visualizações e disponibilizar mapas temáticos de forma eficiente, mostrando ao usuário uma interface com diversas funcionalidades para visualização, análise e exportação das informações geográficas de interesse. Além disso, possibilita o cruzamento de diversos mapas, permitindo analisar as informações da camada de informação separadamente ou em conjunto.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho conclui-se que:

- O Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL juntamente com a sua extensão espacial PostGIS, apresentaram um bom desempenho e eficácia no desenvolvimento do Banco de Dados de atributos físico-hídricos do solo do Perímetro Irrigado Pontal Sul/PE. Ressalta-se que o SIG, Quantum GIS, apresentou um bom desempenho quando conectado ao PostGIS, no sentido de realizar consultas espaciais mais amigáveis;
- A inter-relação entre as informações acessadas de cada *layers* permite a plotagem de outros produtos cartográficos, a partir de dados alfanuméricos contidos no Banco de Dados, possibilitando a manipulação dos dados conforme a necessidade do usuário, consequentemente auxiliando na tomada de decisões;
- O Banco de Dados poderá ser uma ferramenta de grande importância, visto que dará suporte aos gestores do Perímetro Irrigado do Pontal Sul, visando a implementação de estratégias de um manejo racional, capaz de reduzir os impactos sociais, econômicos e ambientais do uso indevido da água na irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOAS, M.L.L. de S. **Geogestão dos Espaços Físicos da Universidade de Brasília utilizando o Banco Espacial Postgre/PostGIS**. 2010. 133f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF. **Novo perímetro irrigado do Vale do São Francisco tem ritmo de implantação acelerado**. Brasília/DF, 2014. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/novo-perimetro-irrigado-do-vale-do-sao-francisco-tem-ritmo-de-implantacao-acelerado>>. Acesso em: 22 dez. 2015

DANTAS, I. L. de A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R. A.; SANTANA, L. O. G. de. Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.9, n.1, 2014.

FRANCISCO, J.E. da S. **Gerenciamento de atividades de agricultura familiar sustentável com base em técnicas de geoprocessamento, no município de João Pessoa/PB**. 2008. 57f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Geoprocessamento) - Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET-PB, João Pessoa, 2008.

IBGE, 2005. **Resolução número 1/2005**. Altera a Caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/rpr_01_25fev2005.pdf>. Acesso: 10 jan. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO-INSA. **Extensão territorial. Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. 2010. Disponível em: <http://www.insa.gov.br/censosab/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=93>. Acesso em: 20 dez. 2015.

JULIANI, F. **Gerenciamento do processo de calibração secundária de acelerômetros por meio de uma aplicação de banco de dados**. 2012. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Projetos) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2012.

NASCIMENTO, F. E.; PEREIRA F. A. C.; NETTO, A. O. A.; CAMPECHE L. F. D. S. M.; SANTOS C. A. Comportamento físico-hídrico dos solos do perímetro irrigado curaca em Juazeiro/Ba. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.4, p. 435-447, outubro - dezembro, 2012.

ORTEGA, A. C.; SOBEL, T. F. Desenvolvimento territorial e perímetros irrigados: avaliação das políticas governamentais implantadas nos perímetros irrigados Bebedouro e Nilo Coelho em Petrolina (PE). **Planejamento e políticas públicas [ppp]** n. 35, jul./dez. 2010.

PADRÓN, R.A.R.; NOGUEIRA, H. M. C. de M.; CERQUERA, R.R.; ALBINO, G. D.; NOGUEIRA C. U. Caracterização físico-hídrica do solo Argissolo amarelo para estabelecimento de projeto e manejo da irrigação. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 36-47, 2015.

PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

POSTGRESQL, **Manual**. Disponível em: < <http://pgdocptbr.sourceforge.net/pg80/>>. Acesso: 10 jan. 2016.

RECKZIEGEL, N. L.; AQUINO, L. S.; TIMM, L. C.; BASSOI, L. H.; VAZ, C. M. P.; MANIERI, J. M.; TAVARES, V. E. Q. Parâmetros de ajuste da equação de van genuchten e sua variabilidade espacial em um Neossolo Quartzarênico em Petrolina - PE. In: XVI Congresso de Iniciação Científica, 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Faculdade de agronomia Eliseu Maciel, 2007.

RORATO, G.H. **Definição de um Banco de Dados Geográficos para arquitetura agromobile**. 2014. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Santa Rosa/RS, 2014.

TEIXEIRA, A. H. C. **Informações agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA -1963 a 2009**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 21 p., 2010.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *software* livre Quantum GIS, apresentou um bom desempenho para o desenvolvimento do Banco de Dados de atributos físico-hídricos do solo, já que o mesmo oferece ferramentas necessárias para manipulação de dados espaciais.

O Banco de Dados, “Atributos_Fisico-Hidricos”, desenvolvido com o auxílio do SGBD PostgreSQL/PostGIS com o *software* livre Quantum GIS permitiu a geração e visualização de mapas temáticos, mostrando ao usuário uma interface com diversas funcionalidades para visualização, análise e exportação das informações geográficas.

Os mapas de zonas de manejo da combinação entre os atributos físico-hídricos do solo do Perímetro Irrigado Pontal Sul, podem ser utilizados no planejamento dos pontos de monitoramento do conteúdo de água do solo para cada lote, buscando um manejo racional da irrigação, conseqüentemente contribuindo para uma melhor gestão dos recursos hídricos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; Centro de pesquisa agropecuária dos cerrados (Brasil); EMBRAPA. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. rev. Brasília: CPAC, 1998. 434 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. rev. e ampl. Vicosa: UFV, 2008. 625 p.
- CHIACHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido Baiano. **Revista Bahia Agrícola**, v.7, n.3, 2006.
- FAGANELLO, C.R.F.; FOLEGATTI, M.V.; GONÇALVES, R.A.B.; LUCAS, A.A.T. Uso da água de irrigação e gestão de recursos hídricos na microbacia do Ribeirão dos Marins no município de Piracicaba/SP. **Irriga**, v. 12, n. 4, p. 456-470, 2007.
- GONÇALVES, T.D.; ROIG, H.L.; CAMPOS, J.E.G. Sistema de informação geográfica como ferramenta de apoio à outorga dos recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n.1, p. 169-180, 2009.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 2005. 335 p.
- MICHELON, C.J. **Pedofunções para retenção de água de solos do rio grande do sul irrigado por aspersão**. 2010. 109f: Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2010.
- MIRANDA, J.I. EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.
- NASCIMENTO, F. E.; PEREIRA F. A. C.; NETTO, A. O. A.; CAMPECHE L. F. D. S. M.; SANTOS C. A. Comportamento físico-hídrico dos solos do perímetro irrigado Curaçá em Juazeiro/Ba. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.4, p. 435-447, outubro - dezembro, 2012.
- OLIVEIRA, E. M. **Análise das políticas de gestão dos recursos hídricos e seus reflexos sobre as enchentes provocadas pelo rio Una em Palmares - PE**. 2013. 89 f.: Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, Recife/PE, 2013.
- PERNAMBUCO (Estado). **Lei nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/legislacao/lei_das_aguas_n_12984_de_30_de_dezembro_d_e_2005.pdf>. Acesso em: 20 Jan. 2015

PADRÓN, R.A.R.; NOGUEIRA, H. M. C. de M.; CERQUERA, R.R.; ALBINO, G. D.; NOGUEIRA C. U. Caracterização físico-hídrica do solo argissolo amarelo para estabelecimento de projeto e manejo da irrigação. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 36-47, 2015.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, p.43-60, 2008.

RAMOS, C.M.C. **Variabilidade espacial e temporal de fatores edafoclimáticos na bacia do Rio Pontal, Pernambuco**. 2012. 68f: Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP, 2012.

SARAIVA, K. R.; BEZERRA, F. M. L.; SOUZA, F.; CAMBOIM NETO, L. F. Aplicação do "ISAREG" no manejo da irrigação na cultura da melancia no Baixo Acaraú, Ceará. **Rev. Ciênc. Agron.** v.44, n.1, pp. 53-60, 2013.

SOUZA, L.M.S.; FARIAS, O.L.M. Sistema de informações geográficas para gerenciamento de recursos hídricos em unidades de conservação utilizando a estrutura de dados geográficos vetoriais – EDGV. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.63, n.01, p.141-148, 2010.

SPERB, R.C.; SPERB, R.M.; BUGHI, C.H.; SOUZA, L.V.M.P. Utilização de *software* livre para análise geoespacial – estudo de caso: seleção de área para instalação de aterro sanitário. **Geosul**, v. 25, n. 49, p. 159-177, 2010.

Trentin, C. V. **Diagnóstico voltado ao planejamento do uso de águas residuárias para irrigação, nos cinturões verdes da região metropolitana de Curitiba-PR**. Curitiba: UFPR, 2005. 112p. Dissertação Mestrado.

5. APÊNCICES

APÊNDICE A – Questionário de pesquisa para escolha do *software* livre

Pesquisa *Software* SIG Livre

Com a finalidade levantar informações sobre alguns *software* livre que trabalham em ambiente SIG, solicitamos a sua colaboração respondendo o questionário abaixo. Estes dados nos darão subsídio para escolhermos o principal *software* livre, que será utilizado na elaboração de um banco de dados georreferenciado de atributos físico-hídricos do solo, para auxiliar no gerenciamento e manejo dos recursos. Obrigado pela colaboração.

*Obrigatório

1. Formação *

2. Instituição: *

3. Nome: *

4. Linha de pesquisa *

5. Sexo *

Marcar apenas uma opção.

Masculino

Feminino

6. Idade *

Marcar apenas uma opção.

0 à 17 anos

18 à 24 anos

25 à 35 anos

36 à 50 anos

Mais que 51

7. Por quanto tempo usa as ferramentas de geoprocessamento nas suas atividades? *

Marcar apenas uma opção.

Nunca utilizou ferramentas de geoprocessamento

Eventualmente

1 a 2 dias por semana

3 a 5 dias por semana

6 a 7 dias por semana

8. Dentre os *softwares* abaixo relacionados classifique quanto a interface com o usuário *

A Interface com o Usuário é a parte do sistema visível para o usuário, através da qual, ele se comunica para realizar suas tarefas.

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o software	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>					
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>					
Spring	<input type="checkbox"/>					
Jump	<input type="checkbox"/>					
Outro*	<input type="checkbox"/>					

Nome do software que não está listado *

9. Dentre os softwares abaixo relacionados classifique quanto ao processo de entrada de dados georreferenciados. *

Classifique quanto à facilidade a importação de dados georreferenciados (dados associados a uma posição sobre/sob a superfície terrestre).

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o software	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>					
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>					
Spring	<input type="checkbox"/>					
Jump	<input type="checkbox"/>					
Outro*	<input type="checkbox"/>					

Nome do software que não está listado *

10. Dentre os softwares abaixo relacionados classifique quanto a processo de integração dos dados georreferenciados. *

Integração de dados refere-se a combinar dados heterogêneos (de diferentes formatos, raster, vetores, etc) e distribuídos de forma que uma única visão, uniforme e homogênea, seja apresentada para o usuário.

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o software	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>					
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>					
Spring	<input type="checkbox"/>					
Jump	<input type="checkbox"/>					
Outro*	<input type="checkbox"/>					

Nome do software que não está listado *

11. Dentre os softwares abaixo relacionados classifique quanto a visualização dos

dados *

O principal objetivo da visualização de dados é comunicar a informação de maneira clara e efetiva, através de mapas, legendas, tabelas, etc.

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o software	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>					
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>					
Spring	<input type="checkbox"/>					
Jump	<input type="checkbox"/>					
Outro*	<input type="checkbox"/>					

Nome do software que não está listado *

12. Dentre os softwares abaixo relacionados classifique quanto à plotagem dos dados *

Formatos disponíveis (.pdf, .jpg, .gif, .tif, etc) e sua resolução.

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o software	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>					
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>					
Spring	<input type="checkbox"/>					
Jump	<input type="checkbox"/>					
Outro*	<input type="checkbox"/>					

Nome do software que não está listado *

13. Dentre os softwares abaixo relacionados classifique quanto a edição de mapas *

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o software	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>					
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>					
Spring	<input type="checkbox"/>					
Jump	<input type="checkbox"/>					
Outro*	<input type="checkbox"/>					

Nome do software que não está listado *

14. Dentre os softwares abaixo relacionados classifique quanto à facilidade no armazenamento e recuperação dos dados *

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o software	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
--	------------------------	------------	------	---------	-----	-----------

Nome do *software* que não está listado *

21. Dentre os *softwares* abaixo relacionados classifique quanto a velocidade de processamento *

Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o <i>software</i>	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jump	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outro*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Dentre os *softwares* abaixo relacionados classifique quanto a modelagem de dados. *

Representar o ambiente observado, documentar e normalizar, fornecer processos de validação, observar processos de relacionamentos entre objetos.

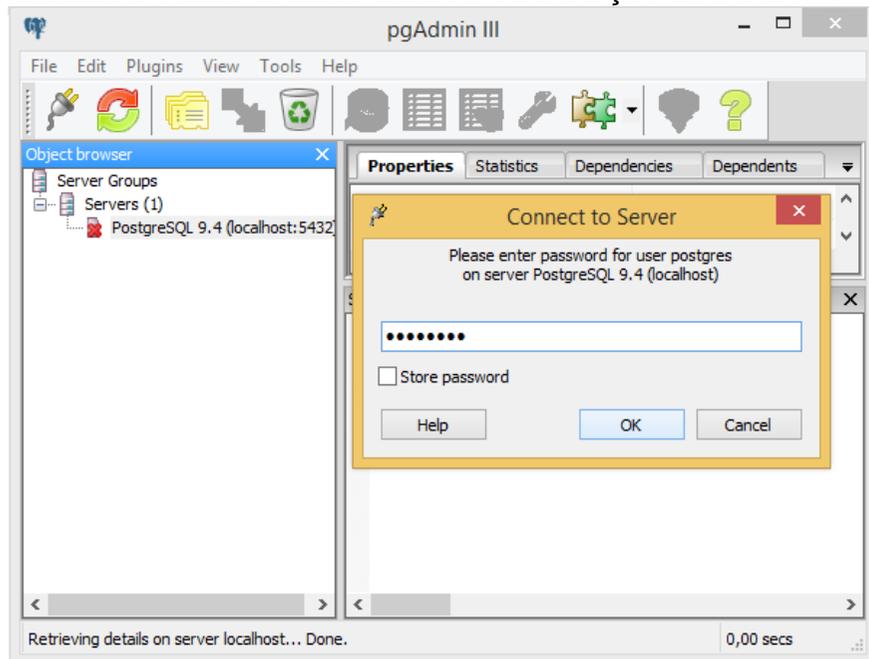
Marcar apenas uma opção por linha.

	Não conhece o <i>software</i>	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
gvSIG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quantum GIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jump	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outro*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

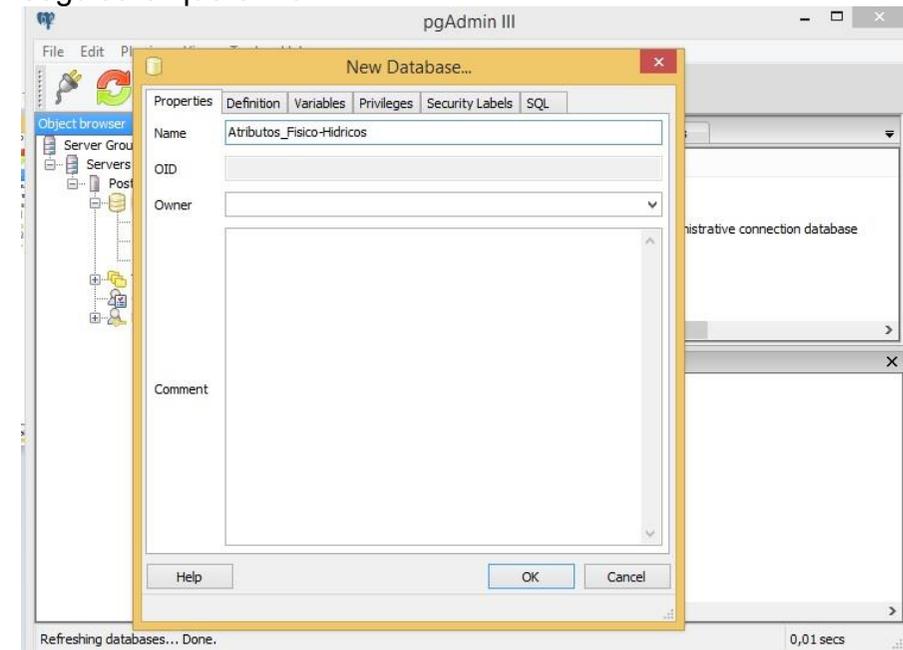
Nome do *software* que não está listado *

APÊNDICE B – Tutorial de conectividade do banco de dados “Atributos_Fisico_Hidrico” PostgreSQL/PostGIS.

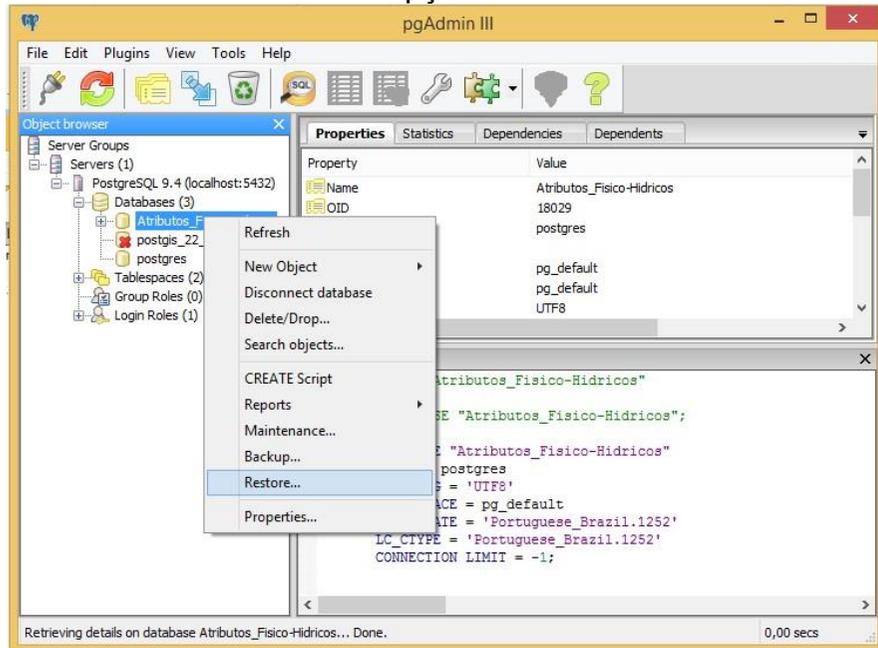
1. Abra o **pgAdmin III**, será exibida a imagem abaixo. Em seguida selecione o item PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) e clique em Connect. Uma janela será aberta onde deverá ser inserido a senha definida durante a instalação do *software*.



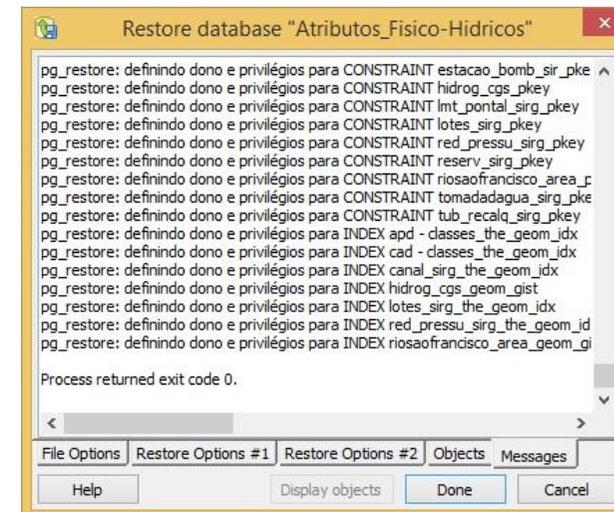
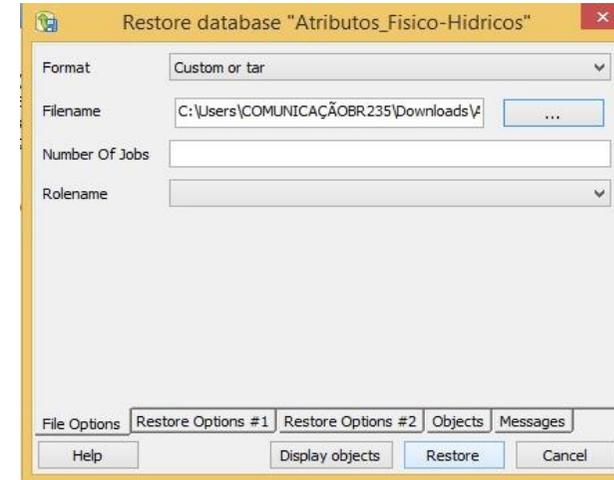
2. Clique com o botão direito sobre Databases e selecione New Databases. Preencha o campo Name com o nome atribuído ao Banco de Dados (Atributos_Fisico-Hidricos) em seguida clique em ok.



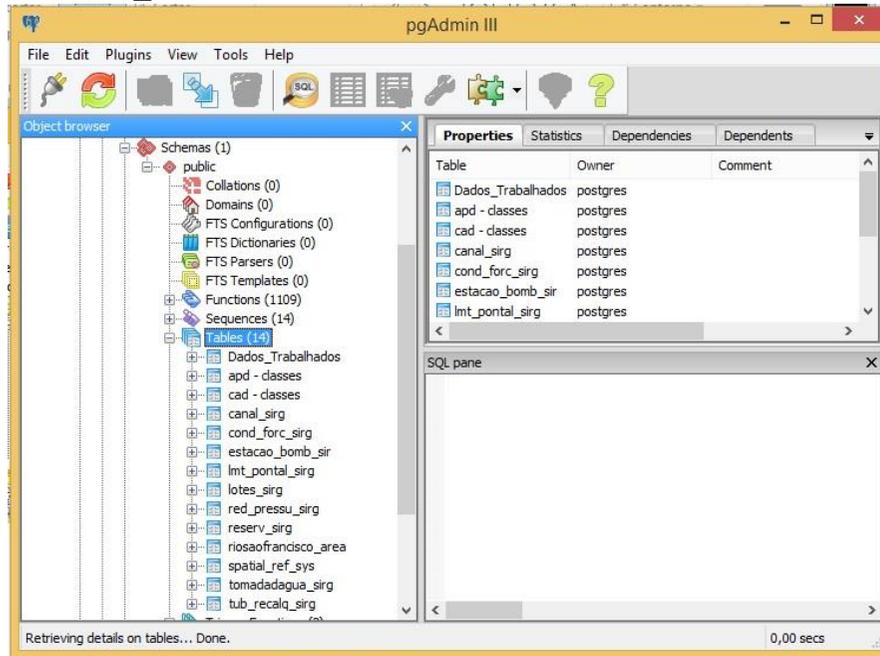
3. Após inserção do nome do banco de dados a janela a seguir será aberta. Clique no nome do banco de dados com o botão direito e selecione a opção Restore.



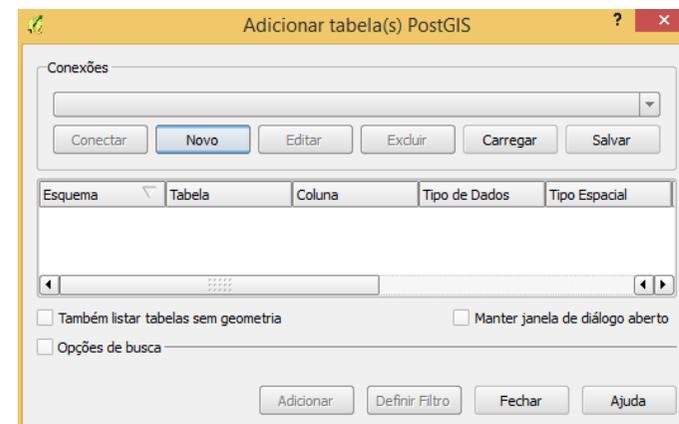
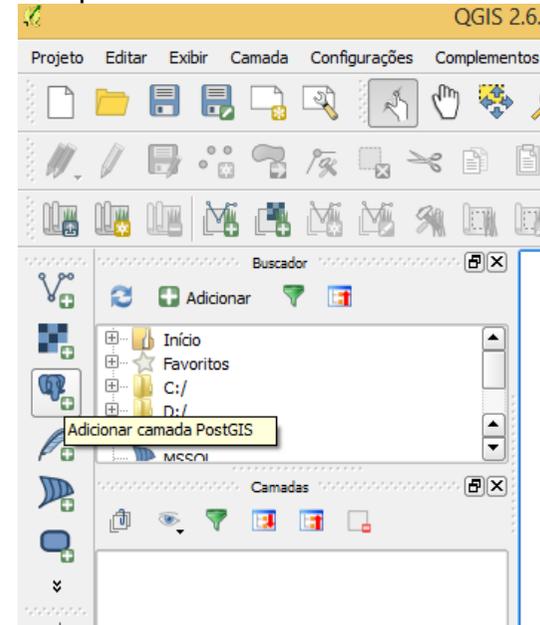
4. A janela onde deverá inserir o arquivo com o banco de dados criados será aberta. No entanto, em Filename selecione o arquivo e clique em restore. As janelas a seguir irão aparecer confirmando o processo de restauração do banco de Dados.



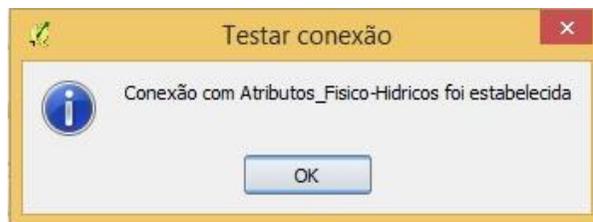
5. O resultado com as tabelas inseridas no banco de dados irá aparecer selecionando os seguintes itens: Atributos_Fisico-Hidricos → Schemas → Public → Tables.



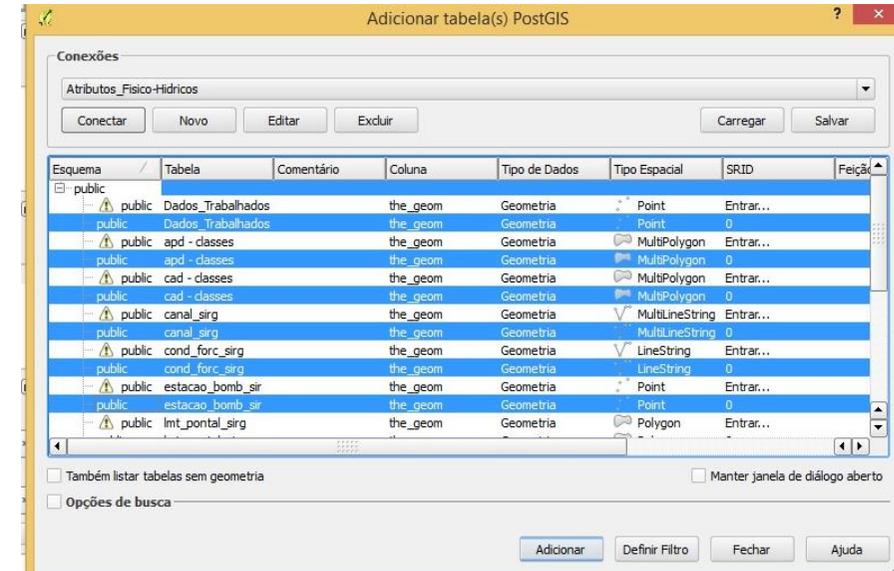
6. Conectividade PostgreSQL/PostGIS com o Quantum GIS Para importação dos arquivos em formato “Shapefile”. Abra o QGIS e clique no ícone “Adicionar camada PostGIS”.

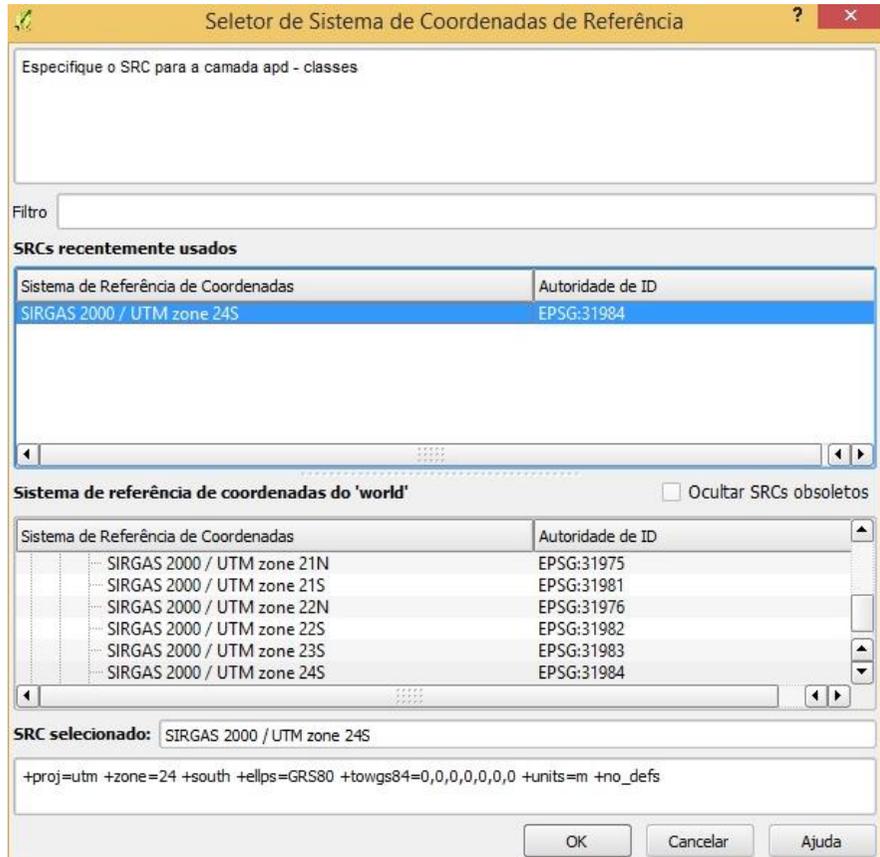


7. Selecione o item Novo e preencha os campos:
Name: Atributos_Fisico-Hidricos; **Máquina:** localhost;
Base de dados: Atributos_Fisico-Hidricos; **Usuário** e **senha**
 (criado na instalação do PostgreSQL/PostGIS). Em seguida teste a conexão e clique em ok.



8. Após conexão estabelecida insira cada tabela com o SRID (Sistema de referência do *shapefile*), no bando de dados criado usamos o código EPSG: 31984 que se refere ao Sistema de Coordenadas Geográficas, no DATUM SIRGAS 2000.





9. Logo os *shapefiles* estarão todos disponíveis para serem trabalhados na janela do QGIS.

