



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

Saulo Medrado dos Santos

**SISTEMA WEB PARA VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS DE ÁREAS COM SUSCETIBILIDADE
CLIMÁTICA À DESERTIFICAÇÃO**

JUAZEIRO – BA
2015

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

Saulo Medrado dos Santos

**SISTEMA WEB PARA VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS DE ÁREAS COM SUSCETIBILIDADE
CLIMÁTICA À DESERTIFICAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, com área de concentração em Engenharia de Biossistemas.

Orientador: Prof. Dsc. Brauliro Gonçalves Leal
Co-orientador: Prof. Dsc. Mario Godoy Neto

JUAZEIRO – BA
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO


Saulo Medrado dos Santos

**SISTEMA WEB PARA VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS DE ÁREAS COM SUSCETIBILIDADE CLIMÁTICA À
DESERTIFICAÇÃO.**

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



Brauliro Gonçalves Leal, Prof. Dr.
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF



Clóvis Manoel Carvalho Ramos, Prof. Dr.
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF



Antônio Marcos dos Santos, Prof. Dr.
Universidade de Pernambuco – UPE

S237s Santos, Saulo M. dos.
Sistema web para visualização de informações geográficas de áreas com suscetibilidade climática à desertificação / Saulo Medrado dos Santos. - Juazeiro-BA, 2015.
95 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2015.

Orientador: Prof. Dr. Brauliro Gonçalves Leal.

Banca examinadora: Clóvis Ramos, Antônio Marcos

1. Climatologia agrícola. 2. Desertificação. 3. Softwares Livres-clima. I. Título. II. Leal, Brauliro Gonçalves. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 630.2515

**Dedico este trabalho aos meus
pais Tatiana e Osemar, a minha
irmã Tairine.**

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus por todas as graças concedidas, e a sua Mãe, Maria Santíssima por toda a proteção.

Agradeço aos meus Pais, Tatiana Maria Medrado Santos e Osemar Nunes Santos, personagens importantíssimos na minha trajetória de vida, que tudo me deram, e a quem devo tudo. Exemplos de dedicação e amor pelos filhos.

A minha irmã, Tairine Maria Medrado Santos, por todo o carinho e companheirismo.

A minha namorada, Anna Carolina Silva Coelho, por todo carinho, amor, apoio, compreensão e paciência, que constituiu um verdadeiro ponto de apoio durante momentos difíceis ao longo deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pelo financiamento da bolsa de Mestrado do autor, termo de outorga- nº BOL3148/2013.

Agradeço a coordenação, professores, funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco, que a cada dia faz com que o Programa de Mestrado se fortaleça e cresça.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Brauliro Gonçalves Leal. Muito obrigado pelos ensinamentos científicos e de vida, palavras de incentivo, dedicação, paciência e cobranças.

Ao meu Co-orientador, Prof. Dr. Mario Godoy Neto pelas suas contribuições.

A Tatiana Ayako Taura, analista do Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Semiárido, pessoa a quem devo muito e talvez nunca vá retribuir por tudo que me proporcionou na minha vida acadêmica. E ao “inoxidável” José Clétis Bezerra pelas muitas palavras de incentivo.

Aos meus amigos do mestrado, pela amizade, brincadeiras, horas de estudos e dúvidas esclarecidas nas muitas enfrentadas nas disciplinas.

Aos meus amigos de infância pela amizade e por todos os momentos de divertimento.

Enfim... A todos que de forma direta e indireta contribuíram para minha formação e realização desta pesquisa.

... Meus sinceros agradecimentos.

SANTOS, S. M. Sistema Web para Visualização de Informações Geográficas de Áreas com Suscetibilidade Climática à Desertificação. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Juazeiro-BA.

RESUMO

A desertificação é entendida como um processo de fatores, ambientais, econômico, sociais e climáticos. Por ter esse viés social, a difusão dos resultados dos trabalhos acerca do tema torna-se um aliado para o controle e combate a este processo. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um Sistema de Visualização de Informações Geográficas via Web das Áreas Climaticamente Suscetíveis à Desertificação. Fazendo uso de ferramentas opensources como o Mapserver/I3Geo em conjunto com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados, PostgreSQL e sua extensão espacial PostGIS. A área de estudo abrange os municípios de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá no norte da Bahia, localizada entre as coordenadas 10°03'23" e 8°28'28" de latitude sul e 41°56'00" e 39°15'22" de longitude oeste. Os resultados obtidos foram, a reunião em mesmo ambiente de bases cartográficas de diferentes fontes; a classificação climática e espacialização do IA bem como a suscetibilidade a desertificação para região, além da distribuição dos dados de chuva e temperatura para um período de 1973-2013; o desenvolvimento e implantação do sistema de visualização de informações via web. A aplicação desenvolvida neste trabalho, "DesertGIS", permitiu a visualização e disponibilização de mapas interativos, proporcionando ao usuário uma interface com diversas funcionalidades para visualização, análise e exportação das informações geográficas acerca da desertificação trabalhadas nesta pesquisa.

Palavras Chave: Dados Climáticos; Degradação; Modelagem; Desertificação; Softwares Livres.

SANTOS, S. M. Web System for View of Geographic Information of Areas Susceptible Climatically to Desertification. 2015. 95 f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering), Federal University of São Francisco Valley - UNIVASF. Juazeiro – BA.

ABSTRACT

The desertification is understood as a of factors process, environmental, economic, social and climatic. By having this social bias, disseminate the results of many studies on the subject becomes an ally to control and combat this process. The main objective of this work was to develop a Web System for Preview of Geographic Information around the theme desertification. Making use of tools opensources like the Mapserver/13Geo together with PostgreSQL and its spatial extent PostGIS. The study area covers the municipalities of Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho and Curaçá in northern Bahia Located between the coordinates 10°03'23.01" and 8°28'28.10" south latitude and 41°56'00.36" and 39°15'22.19" west longitude. The results obtained for, the reunion in the same environment of cartographic databases from different sources; climate classification and spatial distribution the IA and suscetibility to desertification in the region, and the distribution of rainfall and temperature data for a period of 1973-2013; the development and deployment of the web-based visualization system. The developed application in this work, "DesertGIS", allowed visualization and provision of interactive maps, providing the user interface with many features for viewing, analysis and export geographical information used in this research on the desertification.

Keywords: Climatic Data; Degradation; Modeling; Desertification; Free Software;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Desertificação	13
2.1.1 Desertificação e o Semiárido	14
2.1.2 O Processo de Desertificação no norte da Bahia	16
2.2 Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB) e Banco de Dados Geográfico (BDG)	20
2.3 Sistemas Web de Visualização de Informações Geográficas	22
CAPÍTULO 1. Determinação da Suscetibilidade Climática à Desertificação para os Municípios Baianos de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá	25
Introdução	26
Material e Método	27
Resultados e Discussões	30
Conclusões	37
Referência Bibliográfica	38
CAPÍTULO 2. Modelagem e Desenvolvimento de um Banco de Dados Geográfico como Subsídio ao Sistema de Visualização sobre o Processo de Desertificação	40
Introdução	41
Material e Método	42
Resultados e Discussões	45
Conclusões	49
Referência Bibliográfica	50
CAPÍTULO 3. Sistema de Visualização de Informações Geográficas Via Web sobre a Desertificação	52
Introdução	53
Material e Método	55
Resultados e Discussões	60
Conclusões	65

Referência Bibliográfica	66
3. CONCLUSÃO GERAL	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
APÊNDICE I. Instalação do PostgreSQL+PostGIS	77
APÊNDICE II. Criação do Banco de Dados através do pgAdmin III	82
APÊNDICE III. Importação de Arquivos em Formato “Shapefile”	85

1. INTRODUÇÃO

A desertificação é um processo que traz consequências dramáticas e em muitos casos, de difícil recuperação, gerando altos custos sociais, econômicos e ambientais. Os estudos existentes apontam como principais causas da desertificação: a retirada da cobertura vegetal (desmatamento); atividades pecuárias que levam ao pastoreio excessivo; atividades mineradoras, como a extração de areia, argila e minérios; cultivos agrícolas no entorno de nascentes e margens de rios; uso do fogo sem manejo adequado ocasionando as queimadas descontroladas; manejo inadequado do solo e da água e pressão populacional. Além disso, as variações climáticas interanuais contribuem para fragilizar os ecossistemas de terras áridas e podem também desencadear e/ou agravar o problema (PAE/BA, 2014). O estudo da desertificação abrange diversas causas e classificações para a definição de áreas suscetíveis, algumas sendo mais completas, que abrange aspectos sociais e econômicos, e outras mais simples, que são oriundas de estudos climatológicos.

Estudos sobre os efeitos, localização e combate nas áreas que sofrem com o processo de desertificação são amplamente discutidos na literatura, como exemplo os trabalhos realizados por (Ferreira et al., 2014; Souza et al., 2015; PAE/BA, 2014; Paixão et al., 2009; Lima et al., 2012; Almeida, 2013). Embora publicados, estas informações são de difícil acesso ao público não especializado. Os resultados e discussões sobre o tema ficam restritos às instituições públicas ou privadas e poucos esforços são vistos quanto a divulgação e difusão com possibilidade de consultar, pesquisar ou acessar dados e informações pela população.

Sobre isso o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução nº 238 de 1997 (BRASIL, 1997) cita “que a luta contra a desertificação depende, em grande medida, da conscientização pública e de uma adequada difusão de informações”. Onde a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) apontou entre os grandes desafios de pesquisa em computação, a gestão da informação em grandes volumes de dados multimídia distribuídos; o acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento e a computação orientada ao monitoramento e controle ambiental (SBC, 2013). A computação pode contribuir nesta questão, pois estimula a aproximação das aplicações computacionais com fenômenos artificiais e

naturais, projetando assim mecanismos de análise de grandes volumes de dados e sua respectiva visualização espacial.

Segundo Furtado (2006) a preocupação em desenvolver formas e mecanismos de comunicação entre indivíduos foi fundamental para o desenvolvimento da nossa sociedade. Para se relacionar, a espécie humana desenvolveu mecanismos rudimentares de comunicação, eram essencialmente gestuais e depois mais elaborados com o uso da oralidade. Um grande avanço aconteceu com a chegada e rápida evolução dos computadores que resultou na percepção de que os computadores em conjunto eram ainda mais úteis do que isolados, surgindo assim, o conceito de Internet (abreviação de *Interconnected Networks*), que é hoje um dos meios mais poderosos de comunicação mundial, englobando milhões de computadores, tornando-se uma tecnologia indispensável para uma larga faixa da sociedade como veículo privilegiado para a busca e disseminação do conhecimento.

Moreira (2010) ressalta que em virtude dos avanços técnico-científicos observa-se que nos dias atuais houve o aumento expressivo na disponibilização da informação na Internet, de modo a facilitar o acesso aos mais diversos tipos de dados.

Há diversas ferramentas que tem o propósito de difundir e divulgar as informações georeferenciadas. Dentre estas, pode-se citar os Sistemas de Visualização de Informações Geográficas via *Web* em conjunto com os Bancos de Dados Geográfico (BDG) como ferramentas úteis e com funções de interatividade para manipulação de informações espacializadas.

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um Sistema de Visualização de Informações Geográficas via *Web* das Áreas Suscetíveis à Desertificação nos municípios baianos de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá. Estes municípios estão localizados no norte da Bahia entre as coordenadas 10°03'23" e 8°28'28" de latitude sul e 41°56'00" e 39°15'22" de longitude oeste. Ferramenta para dar suporte a divulgação de informações sobre a desertificação, que surge como instrumento importante para monitoramento, análise, controle e combate em áreas em processo de desertificação. Com isso será possível compreender, identificar e acompanhar o grau de vulnerabilidade à desertificação presente no espaço geográfico.

O trabalho foi estruturado em três capítulos, sendo 3 artigos, além da introdução, revisão bibliográfica, considerações finais, referências e apêndices.

O primeiro capítulo (artigo) trata da espacialização da suscetibilidade a desertificação para região de estudo através de dados climáticos utilizando o cálculo do Índice de Aridez (IA) através do Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHC).

O segundo capítulo (artigo) trata da modelagem e do desenvolvimento de um Banco Dados Geográfico (BDG), ferramenta utilizada como Banco de Dados principal do Sistema de Visualização de áreas suscetíveis à desertificação.

No capítulo 3 (artigo) é apresentado a construção do Sistema de Visualização *Web* “DesetGIS”, objeto principal da pesquisa, criado para difundir os resultados obtidos.

Na última parte desta dissertação (apêndices) é disponibilizado um tutorial de instalação da ferramenta utilizada como banco de dados para o trabalho (PostgreSQL/PostGIS), além dos passos para a criação do mesmo e importação da base de dados para o banco, com base em arquivos “shapefiles”.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desertificação

Entre os inúmeros problemas de ordem socioambiental que permeiam os ambientes de discussões políticas, administrativas e científicas encontra-se a desertificação (SANTOS & GALVÍNCIO, 2013).

A desertificação possui abrangência mundial e é um assunto para o qual é imprescindível haver atenção por parte da gestão pública, seja no nível nacional, estadual e também municipal, pois está diretamente relacionada com as questões ambientais, bem como, os modelos de desenvolvimento vigentes, repercutindo diretamente em questões como segurança alimentar, migrações, segurança hídrica, biodiversidade, dentre outras (PAE/BA, 2014).

O tema da desertificação vem sendo discutido pela comunidade internacional desde 1977, quando foi realizada em Nairóbi a Conferencia Internacional das Nações Unidas para o Combate à Desertificação. A partir dela foi criado o Plano de Ação de Combate à Desertificação (PACD).

Muitos são os conceitos acerca do termo “desertificação”, dentre eles o principal abordado pela literatura é o da ONU (1994) que é entendida oficialmente como “a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas” (UNCCD, 1995).

Sobre a degradação da terra, a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD, 1995) compreende esse fenômeno como

(...) a redução ou perda, nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas irrigadas, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas ou das áreas com arvoredo disperso, devido aos sistemas de utilização das terras ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território, tais como:

- (i) A erosão do solo causada pelo vento e/ou pela água;
- (ii) A deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo;
- (iii) A destruição da vegetação por períodos prolongados.

Nascimento (2013) concluiu que a desertificação é um processo de degradação provocada pelo desaparecimento irreversível de algumas espécies vegetais, pelo esgotamento definitivo dos corpos d'água superficiais, pelo rebaixamento dos lençóis freáticos e pelo aumento da degradação dos solos em virtude de uma exacerbação dos processos de erosão hídrica e eólica, tudo isso provocado ou potencializado, principalmente pelas atividades humanas.

Rodrigues (2000) acrescenta que a desertificação deve ser entendida como um fenômeno integrador de processos econômicos, sociais, e naturais e/ou induzidos que destroem o equilíbrio do solo, da vegetação, do ar e da água, bem como a qualidade da vida humana nas áreas sujeitas a uma aridez edáfica e, ou, climática.

De acordo com Okin et al. (2001) o aumento do uso de terras áridas para fins de habitação humana, agricultura, indústria, e recreação, aumentaram a quantidade de terras áridas diretamente impactadas pela desertificação.

Desta forma, é importante entender o processo de degradação em regiões áridas, compreender os processos adequados ao entendimento, monitoramento e diagnóstico de forma que permita uma identificação mais precisa de áreas sob elevado risco de desertificação antes que danos sérios ocorram.

Rubio & Bochet (1998) afirmam que, a pesar da seriedade dos impactos ambientais e socioeconômicos da desertificação, poucos esforços têm sido feitos para delinear técnicas de monitoramento e diagnóstico para avaliar a situação e tendência da desertificação. Segundo Rhodes (1991), as tecnologias e medidas de controle de desertificação devem ser desenvolvidas de acordo com as necessidades do local e necessidades sociais.

2.1.1 Desertificação e o Semiárido brasileiro

Segundo Amaral et al. (2014) a aridez é uma característica do clima que relaciona a insuficiência de precipitação adequada para manter uma vegetação.

Podem ser encontrados vários tipos empíricos de fórmulas para se determinar a aridez por meio de dados climatológicos, são exemplos os modelos de Martonne (MIA), Lang (LRI) e Meyer (IM) (AMARAL et al., 2014; EMBRAPA, 2009). Segundo Conti (1998) a desertificação pode ser avaliada por métodos empíricos em conjunto

com seus indicadores que são: elevação da temperatura média, agravamento do déficit hídrico dos solos, intensidade da erosão eólica, redução das precipitações, aumento da amplitude térmica diária e diminuição da umidade relativa do ar, tendo como as mudanças nos padrões climáticos.

A aceitação da definição de aridez para fins de aplicação em estudos sobre a desertificação ocorreu em 1977 com a utilização do Índice de Aridez (IA) elaborado por Thornthwaite (1941) e ajustado posteriormente por Penman (1953), onde se calcula a diferença entre a quantidade de água advinda da Chuva (P) e a perda máxima de água do sistema, a Evapotranspiração Potencial (ETP) (MATALLO JÚNIOR, 2003; SOUZA, 2004; FREITAS, 2005).

De acordo com esse índice, o clima é caracterizado como semiárido quando estiver entre 0,21 e 0,50, valores abaixo destes são considerados como climas áridos e hiperáridos, acima considera-se como climas subúmidos secos, subúmidos e úmidos. A ordem de classificação é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação Climática em função do Índice de Aridez (IA)

Classes Climáticas	Índice de Aridez
Hiperárido	< 0,05
Árido	0,05 < 0,20
Semiárido	0,21 < 0,50
Subúmido Seco	0,51 < 0,65
Subúmido e Úmido	> 0,65

Fonte: (MATALLO JUNIOR, 2003)

O índice de aridez (IA) e a desertificação estão fortemente correlacionados. Sendo que a suscetibilidade a este processo está intimamente associada ao nível de aridez do local (BARROS, 2010; BACERRIL-PINÃ, 2015).

Estas regiões correspondem àquelas onde o IA está compreendido entre os valores 0,05 e 0,65. Podendo a suscetibilidade variar de muito alta até moderada, isto é, quanto menor for o índice, maior a suscetibilidade à ocorrência da desertificação (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis de suscetibilidade à desertificação a partir do índice de aridez (IA)

Nível de suscetibilidade à desertificação	Índice de Aridez
Muito Alta	0,05 até 0,20
Alta	0,21 até 0,50
Moderada	0,51 até 0,65

Fonte: (UNEP, 1991; MATALLO JÚNIOR, 2003)

A região Semiárida do Nordeste Brasileiro (SAB), cujos limites foram redefinidos por Portaria Interministerial (Ministério do Meio Ambiente - MMA, Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT e Ministério da Integração - MI) compreende uma área de 980.133 km², comporta 1.135 municípios e aproximadamente 23 milhões de habitantes (INSA, 2012).

Caracterizada por deficiência hídrica, com irregular e imprevisível distribuição de chuvas. Sua localização é geralmente controlada pelas depressões que constituem a Depressão Sertaneja (200 a 400m acima do nível do mar). Nestas depressões, predominam solos rasos e pedregosos, lajedos e areões. Acentuadas taxas de insolação e evaporação concorrem para a instalação de um sistema ambiental frágil, onde dominam as Caatingas e drenagens intermitentes, submetidas a longos períodos de seca.

A região semiárida do Brasil é muito vulnerável à variabilidade climática e, particularmente, aos seus extremos. Mudanças no uso e cobertura da terra na região foram aceleradas nas últimas décadas devido a fatores climáticos e atividades humanas.

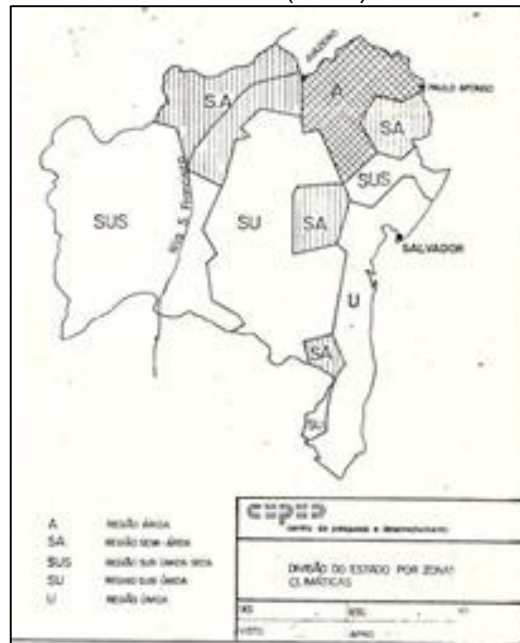
Via de regra, no semiárido (...) verifica que nos espaços onde a degradação das terras se intensificou houve a substituição por áreas de pastagem ou as terras são abandonadas por um longo período de tempo. Certamente, a intensificação desse processo ocasionará a Desertificação que se revela somente como um aspecto extremo da deterioração dos geossistemas ou sistemas ecológicos, associada à ação combinada do clima e da intensificação da exploração agropecuária (SANTOS, 2008).

2.1.2 O Processo de Desertificação no norte da Bahia

Os primeiros trabalhos sobre o tema desertificação para o estado da Bahia datam da década de 1970 em mapeamento desenvolvido pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CEPED) (Figura 1). Dividiu-se o Estado em regiões utilizando o clima como critério. Baseou-se em interpretações a partir de voôs fotogramétricos

sobre as regiões, visitas de campo e compilações de trabalhos existentes (CEPED, 1979).

Figura 1 - Zonas climáticas da Bahia e área crítica de desertificação, identificada em pelo CEPED (1979)



Fonte: (PAE/BA, 2014)

RICHÉ et al. (1994) identificaram áreas em processo de degradação ambiental no Nordeste através de critérios relacionados à tipo e associações de solo, relevo, sensibilidade a erosão e tempo de uso onde apontaram que 5% do semiárido da Bahia estaria submetido à degradação ambiental variando de severo a moderado. Através deste trabalho o Conselho Regional de Administração (CRA) identificou 12 municípios em processo severo de degradação, localizados nas Microrregiões Homogêneas das Corredeiras do São Francisco, do Sertão de Canudos e do Sertão de Paulo Afonso.

Barbosa (1995), no contexto do Projeto Áridas, analisando o processo de desertificação para o Estado, identificou quatro áreas de alto risco. Sendo uma delas o campo dunário situado na margem esquerda do lago de Sobradinho, municípios de Remanso, Casa Nova, Pilão Arcado e Barra. Esses estudos serviram de base para integrar as Áreas Piloto para Estudos sobre à Desertificação no Estado.

Segundo dados do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil) o Estado da Bahia possui 289 municípios, classificados como Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD), o que

equivale a 490 mil km². Nestes municípios vivem cerca de 3,7 milhões de pessoas (MMA, 2004).

No ano de 2009 foi lançado o Programa Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE/BA) que está sendo implementado a partir do diagnóstico socioambiental em 52 municípios beneficiando diretamente cerca de 1,5 milhão de baianos. No Quadro 1 é mostrado os municípios integrantes dos Pólos Regionais no Estado.

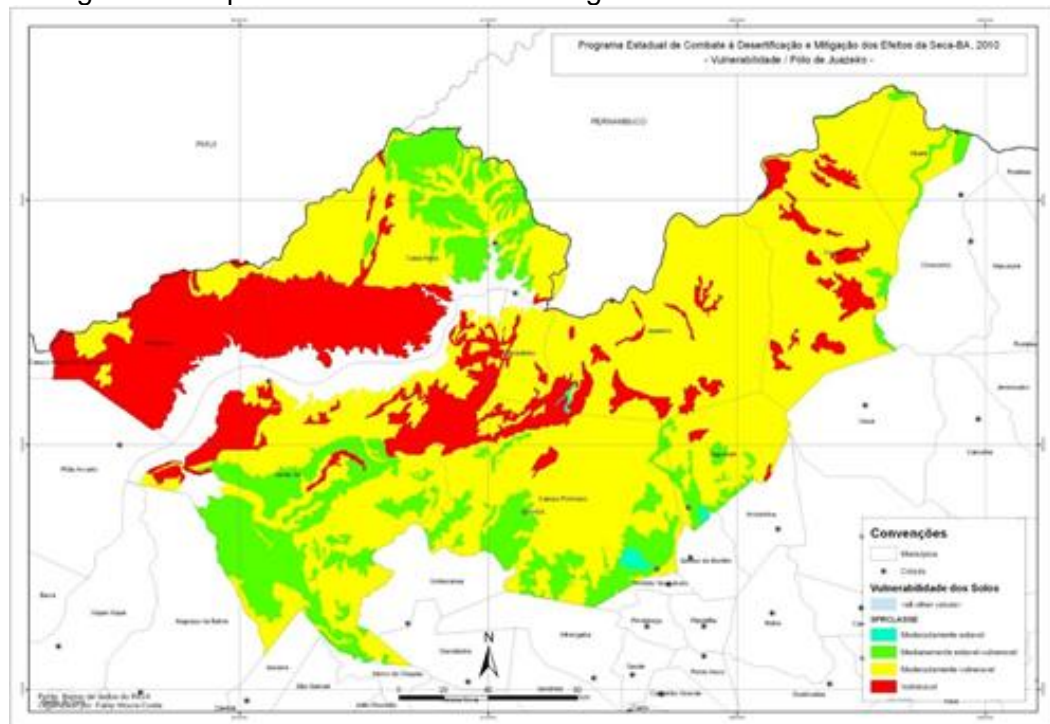
Quadro 1 – Municípios integrantes dos Pólos Regionais no Estado

Região	Municípios
Guanambi	Guanambi, Malhada, Livramento de Nossa Senhora, Iuiú, Sebastião Laranjeiras, Urandi, Palmas de Monte Alto, Matina, Igaporã, Caetité, Candiba, Pindaí, Lagoa Real, Licínio de Almeida.
Irecê	Irecê, América Dourada, Canarana, Barra do Mendes, Barro Alto, Cafarnaum, Jussara, Uibaí, Ibititá, João Dourado, Central, Lapão, Presidente Dutra, Ibipeba, Itaguaçu da Bahia, São Gabriel.
Jeremoabo	Jeremoabo, Macururé, Rodelas, Chorrochó, Paulo Afonso, Glória, Santa Brígida, Pedro Alexandre, Coronel João Sá, Novo Triunfo, Antas.
Juazeiro	Juazeiro, Remanso, Sento Sé, Casa Nova, Sobradinho, Campo Formoso, Jaguarari, Curaçá, Uauá e Canudos.

Fonte: (PAE/BA, 2014)

Em mapeamentos posteriores produzidos no ano de 2010 foram delimitadas as regiões de vulnerabilidade à desertificação para o Estado, classificados em moderadamente estável; medianamente estável; moderadamente estável e vulnerável (INEMA, 2010). A partir de tal mapeamento foi indicada a região do Sertão do São Francisco como de grau de vulnerabilidade entre moderadamente vulnerável e vulnerável para a maior parte da região (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de Vulnerabilidade da região do Sertão do São Francisco



Fonte: (INEMA, 2010)

A área Sertão do São Francisco localiza-se no norte da Bahia e está sob ação do clima semiárido com precipitação média anual entre 400 a 600 mm. As chuvas distribuem-se irregularmente durante o ano, concentrando-se em um curto período de três a quatro meses. Apresenta uma cobertura vegetal com o predomínio da Caatinga Arbórea-Arbustiva (51%) e da Caatinga Parque Antropizada (12%). O Rio São Francisco e o Lago de Sobradinho são os principais recursos hídricos e a unidade morfológica que se destaca é a Depressão Sertaneja. Atividades como agricultura e pecuária são realizadas em expressivas extensões da área, com destaque para os rebanhos bovinos, ovinos e caprinos. Os principais solos encontrados na região os Argissolos e os Latossolos Vermelho Amarelo ocupando cada um 21% da área. Em seguida aparecem os Planossolos e os Cambissolos Háplico com respectivamente, 19% e 16% da área total da região. Os Neossolos Quartzarênicos (7%) são os que possuem maior poder erosivo na região. De modo geral, os solos expostos se distribuem em grandes extensões e são, sobretudo, arenosos, friáveis e superficialmente pedregosos (SIG-BA, 2002; PAE/BA, 2014).

A região necessita de estudos mais acurados sobre o desenvolvimento e aceleração da degradação ambiental. Segundo PAIXÃO et al (2009), em estudos para o nordeste da Bahia, classificaram como fator limitante ao desenvolvimento vegetal

para região a sazonalidade e a escassez hídrica, onde a disponibilidade da água torna-se até mesmo inexistente em alguns períodos do ano, ocasionando a fragilidade no sistema solo-planta, visto que este estará mais exposto às ações do intemperismo, principalmente o físico, e à erosão.

2.2 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) e Banco de Dados Geográfico (BDG)

O Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), segundo Date (2003), pode ser considerado como sendo um sistema computadorizado com a finalidade de armazenar informações e permitir que usuários busquem e atualizem essas informações. Ele envolve basicamente quatro componentes principais: dados, equipamentos, programas e usuários.

Tradicionalmente, estes sistemas têm sido empregados para o armazenamento e gerenciamento de dados dos mais diversos tipos de aplicações. Mas, somente na última década, estes sistemas se tornaram capazes de lidar de maneira ampla e eficiente com dados geográficos. A partir da integração entre o SGBD e o dado geográfico, a tecnologia relacional passou a fazer parte do cotidiano de usuários de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pois grande parte das ferramentas passou a ser capaz de acessar dados armazenados em SGBD (ELMASRI & NAVATHE, 2006; QUEIROZ, 2013).

Guimarães et al. (2012), apontam as API (*Application Programming Interface*) e IMS (*Internet Map Services*) como ferramentas que permitem explorar ao máximo a capacidade dos programas de SIG em interagir com os SGBD Relacionais incluindo suporte para SQL (*Structured Query Language*) e a capacidade de gerar consultas geoespaciais.

Segundo Queiroz (2013), os SGBD apoiam-se em uma fundamentação teórica sólida introduzida por Codd (1970), denominada de Modelo Relacional de Dados. Um dos principais objetivos deste modelo é prover independência física dos dados para as aplicações, de forma que estas não tenham que obrigatoriamente conhecer detalhes de como os dados encontram-se organizados no meio de armazenamento.

Candido e Silva (2009), apontam que algumas opções livres surgiram no mercado visando dar suporte ao armazenamento, consulta e atualização de dados geográficos. Destas opções livres a mais completa e popular segundo os mesmos autores é a extensão espacial do SGBD chamado PostgreSQL conhecida como PostGIS, utilizada para lidar com dados geográficos.

O PostgreSQL é um SGBD relacional, desenvolvido como projeto de código aberto sendo o PostGIS sua extensão espacial, permitindo que objetos geográficos sejam armazenados em banco de dados. Diferentes trabalhos são encontrados na literatura a respeito da utilização de tal ferramenta SGBD. Como exemplo pode-se citar os trabalhos de Miola et al. (2013), onde utilizaram a ferramenta como fonte principal de armazenamento para a criação de um sistema de informação para gestão rural; Medeiros et al. (2013), na criação do sistema Ceará em mapas interativos; Lopes (2012), em trabalho de integração de dados espaciais de domínio hidrológico; Martins (2006), na proposta de criação de um banco de dados para o sistema de informação *web* de monitoramento de safras e Svob et al. (2014) para o desenvolvimento de um *geodatabase* florestal para planejamento do manejo florestal na Costa Rica. Entre os muitos utilizados como fonte para esta pesquisa.

Segundo Hubner e Oliveira (2008), a geração, utilização e publicação de informações georreferenciadas (geoinformação) tem sido importante para diversas atividades humanas, pois a análise espacial de fenômenos geográficos é uma forte aliada nas ações de planejamento, gestão e superação de problemas. No entanto, para que os usuários possam tomar conhecimento e decisões seguras a partir de uma geoinformação, é necessário que eles tenham qualidade e facilidade de acesso, como também de que os dados georreferenciados sejam confiáveis.

Um pouco da história do desenvolvimento de bancos de dados espaciais pode ser pesquisado através de referências básicas sobre a área, como Güting (1994) e Medeiros (1994) e na leitura dos livros-texto de Rigaux & Voisard (2001) e Shekhar (2002). Sobre Bancos de Dados Geográficos, sua integração com os SIGs e a disseminação de dados geográficos através da Internet é possível ter mais informações em Casanova et al. (2005).

2.3 Sistema Web de Visualização de Informações Geográficas

Segundo Almeida & Passini (2002), o mapa deve ser entendido como um modelo de comunicação visual que é utilizado cotidianamente não somente por estudiosos, mas também por leigos em várias atividades (trabalho, viagens, localização de imóveis, consultas em seus roteiros, etc). Silva (2013), acrescenta que, o uso de mapas e outros produtos cartográficos ficou mais acessível nos últimos anos, devido, principalmente, ao desenvolvimento da informática, da Internet e dos *softwares* especializados na manipulação de informações geográficas.

O desenvolvimento crescente das telecomunicações e da informática tornou possível a criação de sistemas capazes de armazenar e divulgar uma grande quantidade de informação. Logo houve a necessidade de compartilhar as informações espaciais via internet a fim de que diversos usuários tivessem acesso a elas (VALLIN, 2009; MIRANDA, 2003).

Dessa forma, a Internet pode ser considerada, nos dias de hoje, como um meio mais utilizado para se disseminar o conhecimento e alcançar lugares inacessíveis, de forma presencial, para vários usuários que estão distantes do local do disseminador da ideia, conceito, objeto ou novidade (SANTANA, 2009).

Os sistemas de visualização via *web*, em geral, são caracterizados por uma interface para a apresentação de mapas temáticos a partir de banco de dados georreferenciados com algumas funcionalidades para manipulação e controle do conteúdo apresentado no mapa. A simplicidade de uso pelo público não especializado em conjunto com o poder da comunicação cartográfica, constituem-se como os principais fatores na popularização desses sistemas (ARAGÃO & CAMPOS, 2008).

Estes permitem aos usuários ou clientes a interação com as informações espaciais disponibilizadas. Podem acessar as informações no formato original e realizar consultas em diferentes níveis de complexidades possibilitando a interpretação visual dos dados em uma determinada região.

Segundo Padovani et al. (2013), para a disponibilização dos mapas em uma interface web são necessárias duas aplicações distintas, uma localizada no lado Servidor e outra localizada no lado Cliente.

Para o lado Servidor das diversas opções livres a mais completa e popular é o Mapserver, *software* livre pertencente ao Open Source Geospatial Foundation

(OSGeo) disponibiliza um ambiente de desenvolvimento para construção de aplicações georreferenciadas na internet (MAPSERVER, 2012). Para o lado Cliente uma ferramenta utilizada em trabalhos cujo objetivo é a criação de sistemas de visualização para web é o I3Geo (Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento) *software* livre para internet desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (I3GEO, 2012) que tem por objetivo a disponibilização via *web* de dados geográficos, aliados a um conjunto de ferramentas de navegação, análises, compartilhamento e geração de mapas.

Diversos trabalhos podem ser encontrados na literatura a respeito da utilização de tais ferramentas como servidor de mapas para os sistemas de visualização. Como exemplo pode-se citar os trabalhos de Vallin (2009), na construção de um SIG *Web* de acessibilidade a atrativos turísticos. Padovani et al. (2013), construção de um *WEBGIS* sobre eventos hidrológicos no Pantanal. Pimenta et al. (2012), em estudo sobre a utilização de ferramentas livres para a disponibilização de dados geográficos. Silva Neto (2012) na criação de um sistema web para monitoramento e análise histórica de dados meteorológicos. Gomes et al. (2013) onde utilizou apenas o servidor *Mapserver* criando uma ferramenta própria de visualização para o seu trabalho. Entre os muitos utilizados como fonte para esta pesquisa.

A relevância da utilização dos sistemas de visualização via *web* está justamente no seu propósito de aumentar o poder de análise das informações contidas no banco de dados o que resultará numa ampliação do conhecimento sobre um tema abordado. E quanto maior o conhecimento, maiores são as possibilidades para se resolverem os problemas (ALBUQUERQUE et al., 2012).

A utilização dessa ferramenta tem se mostrado um instrumento atual para divulgação de informações. Isto se deve a capacidade de acumular grande quantidade de informação e de representar fenômenos do mundo real de forma quantitativa e qualitativa, tais como a localização espacial de um objeto e seus atributos.

Contudo, Pimenta et al. (2012) alertam que, a publicação ou disponibilização dessas informações para a sociedade em geral ainda é deficiente, devido principalmente à carência de profissionais com domínio tecnológico para programação integrada de aplicativos que utilizam softwares livres.

Exemplos de Sistemas de Visualização *Web* de Dados Geográficos podem ser acessados através das Instituições a seguir:

- Banco de Dados Geográfico do Exército brasileiro

<http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/index.php?modulo=login>

- Instituto Nacional do Semiárido (INSA)

<http://www.insa.gov.br/sigsab/>

- SIG com dados do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado da Bahia (SIG-BA)

<http://sig.zee.ba.gov.br/i3geo/interface/openlayerszee.htm?s95f4meqo0t2vh71pbbfik5rm4>

- Infraestrutura de Dados Espaciais (INDE)

<http://i3geo.inde.gov.br/i3geo/interface/openlayers.htm?u1fpp85m3fusn5blh7q7v1n2c6>

- INPE – Sistema de Alerta Precoce Contra Desertificação (em desenvolvimento)

<http://sap.ccst.inpe.br/>

- EMBRAPA – SOMA BRASIL – Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil

<http://mapas.cnpem.embrapa.br/somabrasil/webgis.html>

CAPÍTULO 1

DETERMINAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE CLIMÁTICA À DESERTIFICAÇÃO PARA OS MUNICÍPIOS BAIANOS DE JUAZEIRO, CASA NOVA, SOBRADINHO E CURAÇÁ.¹

Saulo Medrado dos Santos², Brauliro Gonçalves Leal³, Tatiana Ayako Taura⁴.

RESUMO

O trabalho teve por objetivo gerar o Índice de Aridez (IA) através do cálculo do Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHC) e com este apresentar os níveis de suscetibilidade climática para os municípios alvo do estudo. Utilizou-se para isso as médias mensais da temperatura compensada do ar e precipitação pluviométrica de um total de oito estações meteorológicas para o período de 1970-2013. Dos dados obtidos com o cálculo do BHC, foram caracterizadas as médias mensais e anuais de temperatura e pluviosidade, o IA, a classificação climática para cada uma das estações e suscetibilidade à desertificação para a região de influência das mesmas. O Índice de aridez calculado confirmou a classificação climática como semiárido e na relação com a suscetibilidade, determinou-se o nível de desertificação como alta na maior parte da região estudada.

Palavras-chave: Espacialização; Evapotranspiração; Déficit Hídrico; Desertificação.

ABSTRACT

The study aimed to, generate the aridity index (AI) by calculating of Normal Climatological Water Balance (WBC) and with this represents the suscetibility levels for the target municipalities of the study. It was used for this the monthly average compensated temperature of the air and rainfall of a total of eight meteorological stations for one period of 1970-2013. Data obtained with calculation of WBC, it was characterized monthly and annual averages of temperature and rainfall, the AI, the climatic rating for each station besides of suscetibility to desertification to the region of influence the same. The calculated aridity index confirmed the climate classification semiarid and the relationship with suscetibility was determined the level of desertification as high in most of the region.

Keywords: Spatialization; Evapotranspiration; Deficit Hydride; Desertification.

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

² Mestrando em Engenharia Agrícola. saulomedrado1@gmail.com

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

⁴ Mestre, Analista, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Semiárido. BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23, Petrolina-PE. CEP: 56302-970. tatiana.taura@embrapa.br

INTRODUÇÃO

Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) a desertificação é a degradação de terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas do planeta, como resultado da ação antrópica sobre o meio ambiente, e de fenômenos naturais, como a variabilidade climática (MMA, 2004).

A aceitação da definição de aridez para fins de aplicação no Plano de Ação de Combate à Desertificação das Nações Unidas ocorreu em 1977 com a utilização do Índice de Aridez (IA), elaborado por Thornthwaite (1941) e ajustado posteriormente por Penman (1953), onde se calcula a diferença entre a quantidade de chuva e a perda de água do sistema, a evapotranspiração (MATALLO JÚNIOR, 2003; FREITAS, 2005; SOUZA, 2004). A fórmula de Thornthwaite também foi um dos critérios para delimitar a nova área semiárida no Brasil (MIN, 2005), assim como as áreas integrantes do Polígono das Secas no país (MATALLO JÚNIOR, 2003).

As regiões classificadas como suscetíveis correspondem àquelas onde o IA está compreendido entre os valores de 0,05 e 0,65. Podendo variar de muito alta até moderada, isto é, quanto menor for o índice, maior a suscetibilidade à ocorrência da desertificação (MMA, 2004; MATALLO JÚNIOR, 2003).

A importância da determinação do IA para a desertificação está no fato da ocorrência deste processo se limitar as áreas secas, e o cálculo deste índice indica exatamente esta condição climática. É considerado de grande precisão na determinação das áreas vulneráveis à desertificação, já que é o único que utiliza variáveis quantitativas para tal análise (SAMPAIO, 2003).

O IA calculado a partir de dados anuais do Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHC), desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955), é considerado um instrumento agrometeorológico de utilidade e praticidade na caracterização do clima (CAMARGO & CAMARGO, 1993).

O cálculo do BHC possibilita o acompanhamento da disponibilidade de água no solo com a utilização de valores da Precipitação total mensal (P), da Temperatura média mensal (T), assim como da Capacidade de Água Disponível no solo (CAD). A partir de tais valores, o BHC fornece estimativas desde a escala diária até a mensal, para a Evapotranspiração Potencial (ETP), Deficiência e Excedente Hídrico, assim

como para o Armazenamento de Água no Solo (CAMARGO, 1971; SENTELHAS, 1999).

Ressalta-se que a desertificação não pode ser analisada apenas por um viés. Deve ser entendida como um fenômeno integrador de processos ambientais, socioeconômicos e climáticos. Para este trabalho ela foi analisada apenas a partir do clima.

Com isso, o trabalho tem por objetivo, gerar o IA através do cálculo do BHC e com este apresentar os níveis de suscetibilidade à desertificação para os municípios alvo do estudo.

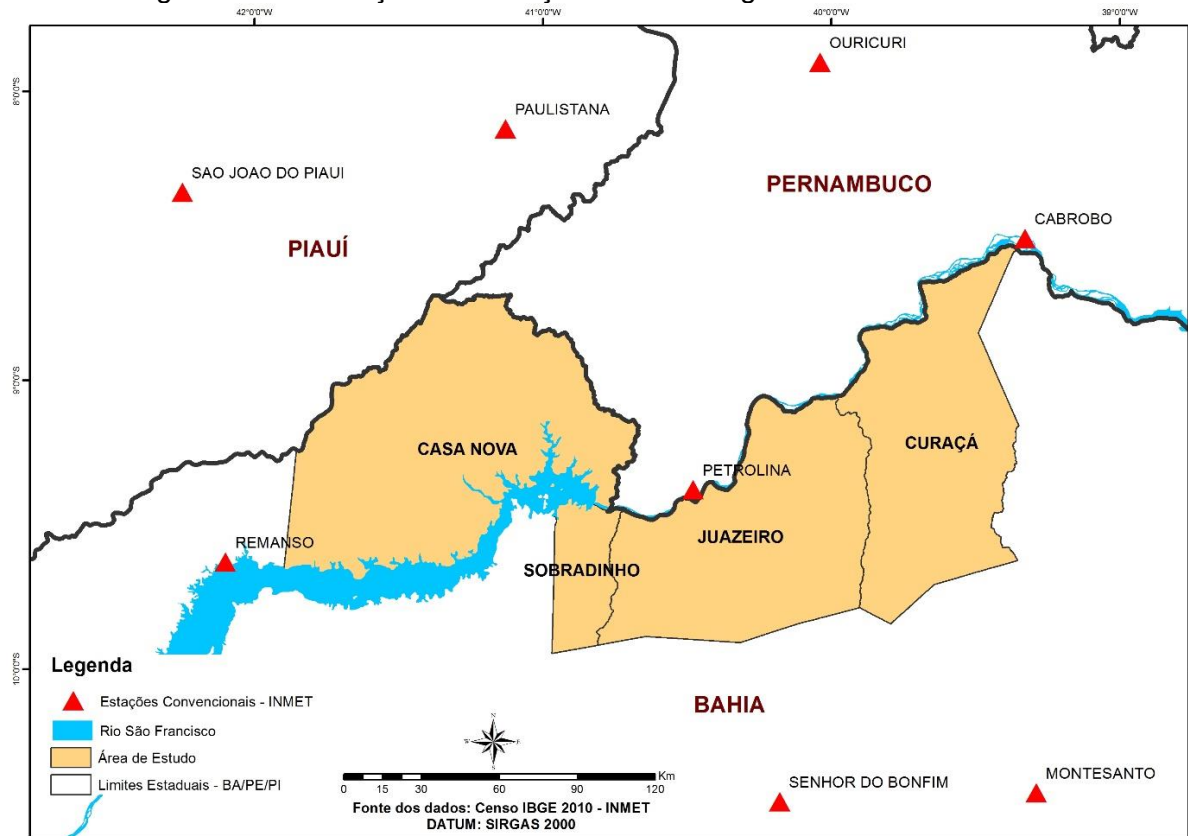
MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange os municípios de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá no norte da Bahia. Localizada entre as coordenadas 10°03'23" e 8°28'28" de latitude sul e 41°56'00" e 39°15'22" de longitude oeste.

Segundo a classificação de Köppen, o clima apresenta-se como tropical semiárido, tipo BshW, seco e quente na parte norte e semiárido quente na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas (PEREIRA, 2014).

Para a representação do Índice de Aridez (IA) utilizou-se as médias mensais da temperatura compensada do ar e precipitação pluviométrica de um total de oito estações meteorológicas, localizadas no entorno da área de estudo (Figura 1). As séries de dados foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, como apresentado na Tabela 1.

Figura 1 - Localização das estações meteorológicas e da área de estudo



Fonte: Os autores

Tabela 1 - Estações meteorológicas utilizadas com Código, Nome, Unidade Federativa, Coordenada Geográfica e Período de Dados

Código	Estação	UF	Longitude (°)	Latitude (°)	Altitude (m)	Série Temporal
82979	Remanso	BA	-42,10	-9,63	400,51	1973-2013
83088	Senhor do Bonfim	BA	-40,18	-10,46	558,24	1977-2013
83090	Monte Santo	BA	-39,29	-10,43	464,6	1973-2013
82753	Ouricuri	PE	-40,04	-7,90	459,28	1975-2013
82886	Cabrobó	PE	-39,33	-8,51	341,46	1970-2013
82983	Petrolina	PE	-40,48	-9,38	370,46	1970-2013
82879	São João do Piauí	PI	-42,25	-8,35	235,33	1975-2013
82882	Paulistana	PI	-41,13	-8,13	374,22	1975-2013

Fonte: INMET (2015), adaptado pelos autores

Foi utilizado uma série climatológica de dados mensais de temperatura compensada e precipitação, no período de 40 anos de observações para cada uma das estações, a série temporal pode ser observada através da Tabela 1. Devido à ausência de dados, as séries foram selecionadas de modo que todas estações contivessem um período de pelo menos 30 anos, consecutivos ou não, de registros conforme recomenda a *World Meteorological Organization* (WMO, 1989), onde

representa um tempo longo o suficiente para filtrar as variações interanuais ou anomalias, mas também curto o suficiente para ser capaz de mostrar as tendências climáticas.

Para precipitação, utilizou-se dados a partir de um dia de leitura (ocorrência de chuva), consecutivas ou não, gerando valores totais mensais para os anos. As falhas foram descartadas.

Para os valores da temperatura, utilizou-se os que corresponderam aos iguais ou superiores a 20 dias de leituras, consecutivas ou não, gerando valores médios para os meses. Falhas e valores menores que 20 dias de leitura foram descartados por não representar satisfatoriamente.

Posteriormente para cálculo do Balanço Hídrico Climatológico Normal foi realizada a média mensal do período para ambos dados através da razão entre as médias mensais e quantidade de anos (ocorrência) de registros.

Cálculo da Evapotranspiração Potencial (ETP)

O método de Thornthwaite para a ETP foi obtido com o cálculo da seguinte equação (1):

$$ETP = f \cdot 1,6 \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^a \quad (1)$$

Onde:

ETP – evapotranspiração potencial;

f – fator de ajuste em função da latitude e mês do ano;

t – temperatura média mensal, em °C;

I – índice de calor anual.

Com estes dados foi calculado o Balanço Hídrico Climatológico Normal, segundo Thornthwaite & Mather (1955). Os cálculos da ETP foram feitos através do programa “BHNorm61” em planilha eletrônica elaborada por Rolim et. al. (1998) utilizando a latitude de cada uma das estações estudadas e a capacidade de água disponível (CAD) igual a 100 mm, que segundo Sentelhas & Angelocci (2009), quando o cálculo é realizado para fins climatológicos, ou seja, para caracterização da

disponibilidade hídrica regional, é comum a adoção de valores variando de 75 a 125 mm.

Cálculo do Índice de Aridez (IA)

A partir dos dados do BHC, foi calculado o IA para cada estação pela equação (2):

$$IA = Pr/ETP \quad (2)$$

Em que Pr corresponde à precipitação anual em (mm); ETP à evapotranspiração potencial anual (mm).

Classificação Climática

A classificação climática seguiu os critérios estabelecidos por Thornthwaite (1941), ajustados por Penman (1953), as classes de variação para este índice são apresentadas na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 - Classificação Climática em função do Índice de Aridez (IA)

Classes Climáticas	Índice de Aridez
Hiperárido	< 0,05
Árido	0,05 < 0,20
Semiárido	0,21 < 0,50
Subúmido Seco	0,51 < 0,65
Subúmido e Úmido	> 0,65

Fonte: Matallo Júnior (2003), adaptado pelos autores

Suscetibilidade climática à desertificação

A suscetibilidade climática à desertificação foi determinada a partir da classificação do Plano Nacional de Combate à Desertificação, de acordo com três categorias que variam conforme escala do IA (MATALLO JÚNIOR, 2003) descritos na Tabela 3:

Tabela 3 - Níveis de suscetibilidade à desertificação a partir do Índice de Aridez (IA)

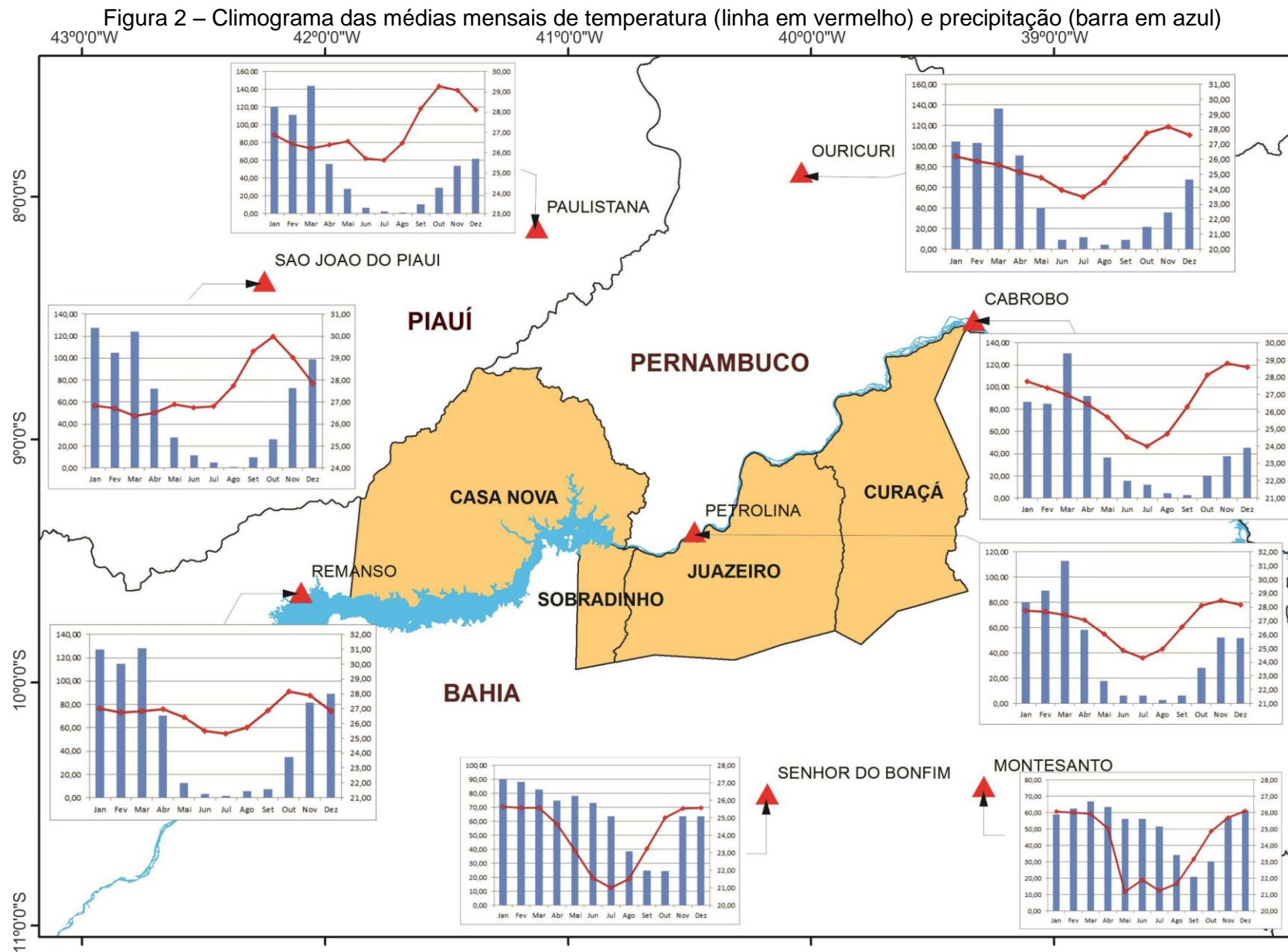
Nível de suscetibilidade à desertificação	Índice de Aridez
Muito Alta	0,05 até 0,20
Alta	0,21 até 0,50
Moderada	0,51 até 0,65

Fonte: Matallo Júnior (2003), adaptado pelos autores

Após as etapas de levantamento de dados e cálculo do IA utilizou-se o método de interpolação Mínima Curvatura (SMITH & WESSEL, 1990), contido no software SURFER (2002) para espacialização da suscetibilidade para a região. Que segundo Landim (2000), tem por vantagem as superfícies estimadas possuírem contornos mais suaves entre os gerados pelos outros algoritmos; gerando também superfícies absolutamente fiéis aos dados originais.

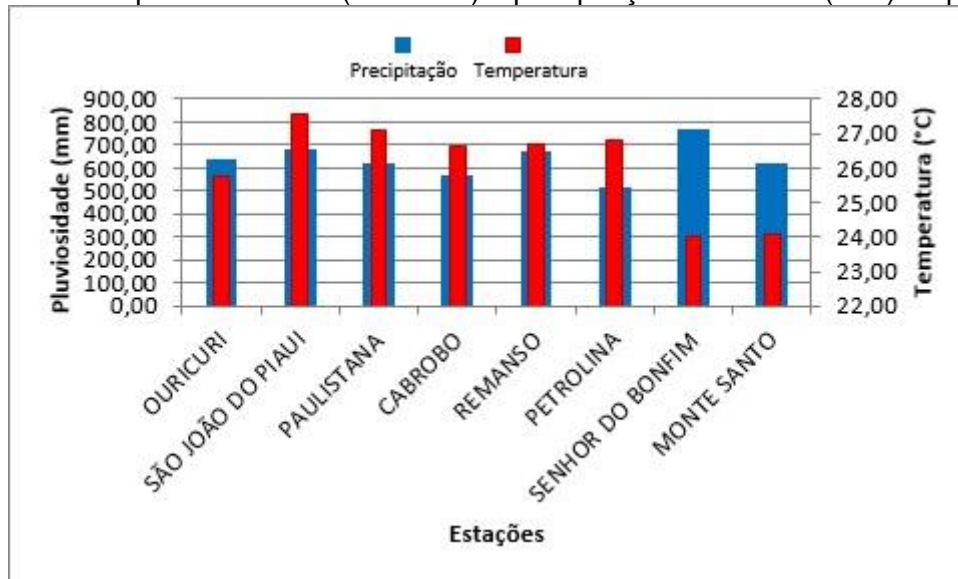
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos, foram caracterizados as médias mensais de temperatura e pluviosidade para cada uma das estações (Figura 2). Assim como a média de temperatura e o regime pluviométrico total anual do período (Figura 3).



Fonte: Os autores

Figura 3 – Temperatura média (vermelho) e precipitação total anual (azul) do período



Fonte: Os autores

As estações analisadas apresentaram índices pluviométricos anuais menores que 800 mm e valores médios anuais de temperatura acima dos 24 °C.

O período seco na maioria das estações corresponde às épocas entre junho e outubro (5 meses). Enquanto o período chuvoso corresponde às épocas entre novembro e maio (7 meses), sendo exceção Senhor do Bonfim e Monte Santo com uma distribuição maior das chuvas durante todo o ano com um período seco curto, entre agosto e outubro (3 meses). Com os resultados da distribuição das médias de Temperatura e Precipitação observa-se a alta variabilidade de chuvas entre o período seco e chuvoso, isto de forma geral para todas as estações.

Brito & Braga (2005) apontam como principais mecanismos produtores de chuvas no período para região, a estacionalidade dos Sistemas Frontais alimentados pela umidade proveniente do Atlântico Sul, que definem a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), sistemas pre-frontais, convecção local e brisas de mar e terra no litoral.

Observa-se que a menor ocorrência de chuvas foi registrada em Petrolina, com 512 mm, sendo que o mês de março foi aquele que apresentou maior precipitação com 113 mm, 22% do total pluviométrico anual, enquanto o mês de agosto teve o menor valor, 3 mm (0,6% do total). A maior ocorrência foi registrada em Senhor do Bonfim, com 766 mm, sendo que o mês de janeiro foi aquele que apresentou maior precipitação com 90 mm (12% do total), enquanto o mês de outubro teve o menor

valor, 24 mm (3% do total). Nota-se uma regularidade maior das chuvas nesta região em comparação com a região de Petrolina com maior valor mensal de precipitação.

As estações de Ouricuri, São João do Piauí, Paulistana, Cabrobó, Remanso e Monte Santo apresentaram índices pluviométricos intermediários. Ouricuri apresentou 636 mm, tendo o mês de maior pluviosidade março, com 137 mm (21% do total) e agosto com o menor valor, 4 mm (0,7% do total). Para a estação de São João do Piauí, o valor anual de precipitação foi de 681 mm. O mês de janeiro foi o mais chuvoso, com 128 mm (19% do total), o mês mais seco foi o de agosto, com 0,6 mm (0,1% do total). Paulistana com 624 mm, sendo o mês mais chuvoso o de março, 144 mm (23% do total) e o menos agosto com 1 mm (0,2% do total). Cabrobó com 568 mm, sendo o mês mais chuvoso março, 130 mm (23% do total) e menos setembro, 3 mm (0,4% do total). Remanso com 675 mm, sendo março mais chuvoso com 127 mm (19% do total) e julho menos chuvoso com 1 mm (0,2% do total) e Monte Santo com 620 mm, sendo também março como mês mais chuvoso com 67 mm (11% do total) e o mês de setembro com menor valor de chuva, 21 mm (3% do total). Também com uma maior regularidade de chuva quando comparado às estações anteriores mesmo não tendo o total pluviométrico anual elevado existe uma baixa variabilidade entre os valores mínimos e máximos.

Para os dados da temperatura, as estações de São João do Piauí e Paulistana apresentaram maiores valores médios de temperatura anual, com 27,6 °C e 27,0 °C respectivamente. Para a primeira o mês em que a temperatura esteve mais baixa foi março, com 26,4 °C enquanto o maior valor foi de 30,0 °C para o mês de outubro. Para segunda o mês de julho apresentou a menor média, 25,6 °C enquanto a maior média corresponde ao mês de outubro, 29,0 °C.

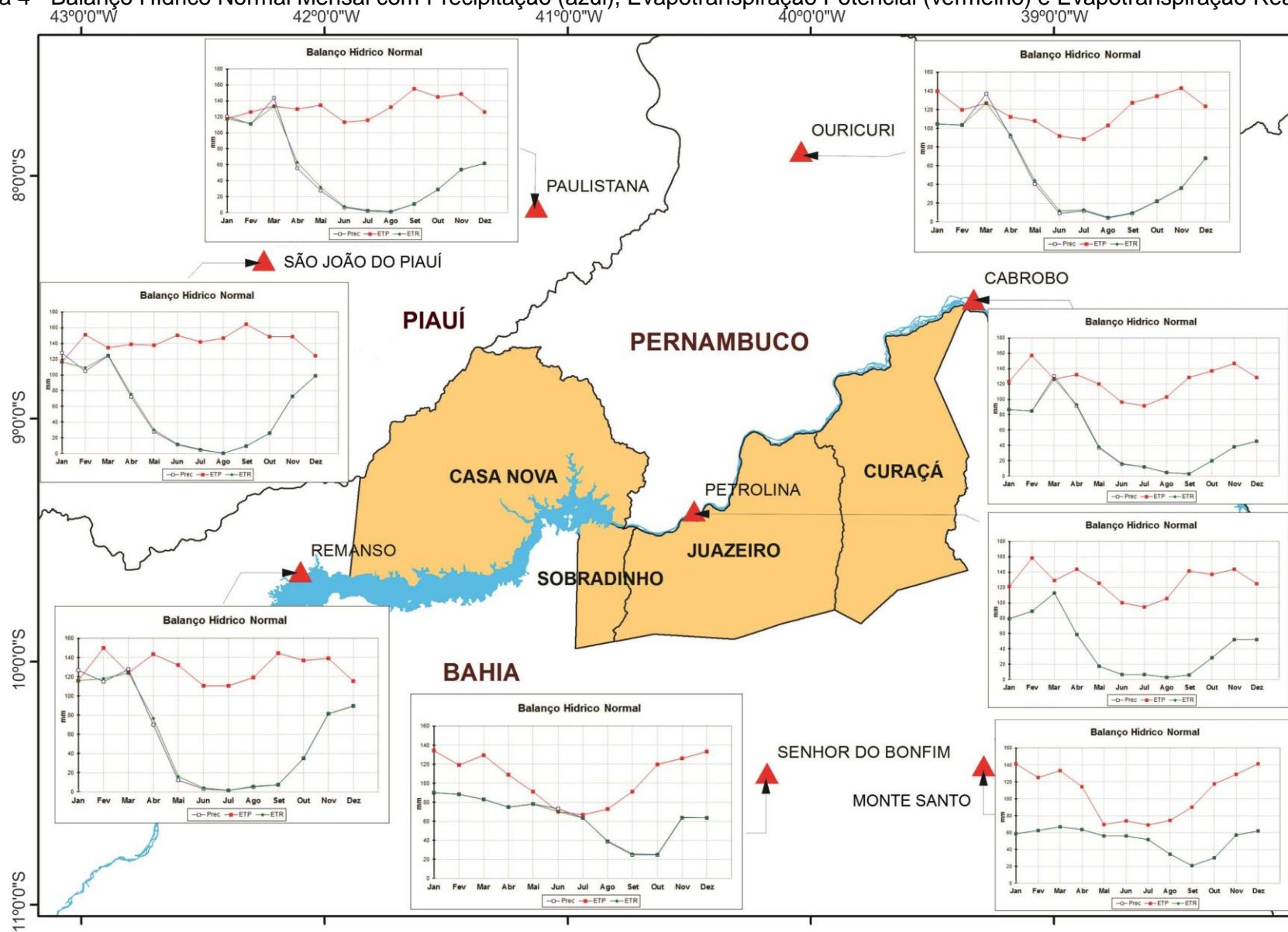
As estações com menores temperaturas médias no ano foram Monte Santo e Senhor do Bonfim, com 24,0 °C. Em Monte Santo, o mês que apresentou a maior temperatura média foi dezembro com 26,1 °C. Já o mês de menor média foi maio, com 21,2 °C. Para Senhor do Bonfim o mês de maior temperatura média foi janeiro com 25,6 °C e o de menor média foi julho com 21,0 °C.

Análise do Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHC).

Através da análise do BHC de cada uma das oito estações da região estudada observa-se que na maior parte do ano se encontram em déficit hídrico. Ressalta-se que em todos os casos não foi detectado nenhum mês de excedente hídrico.

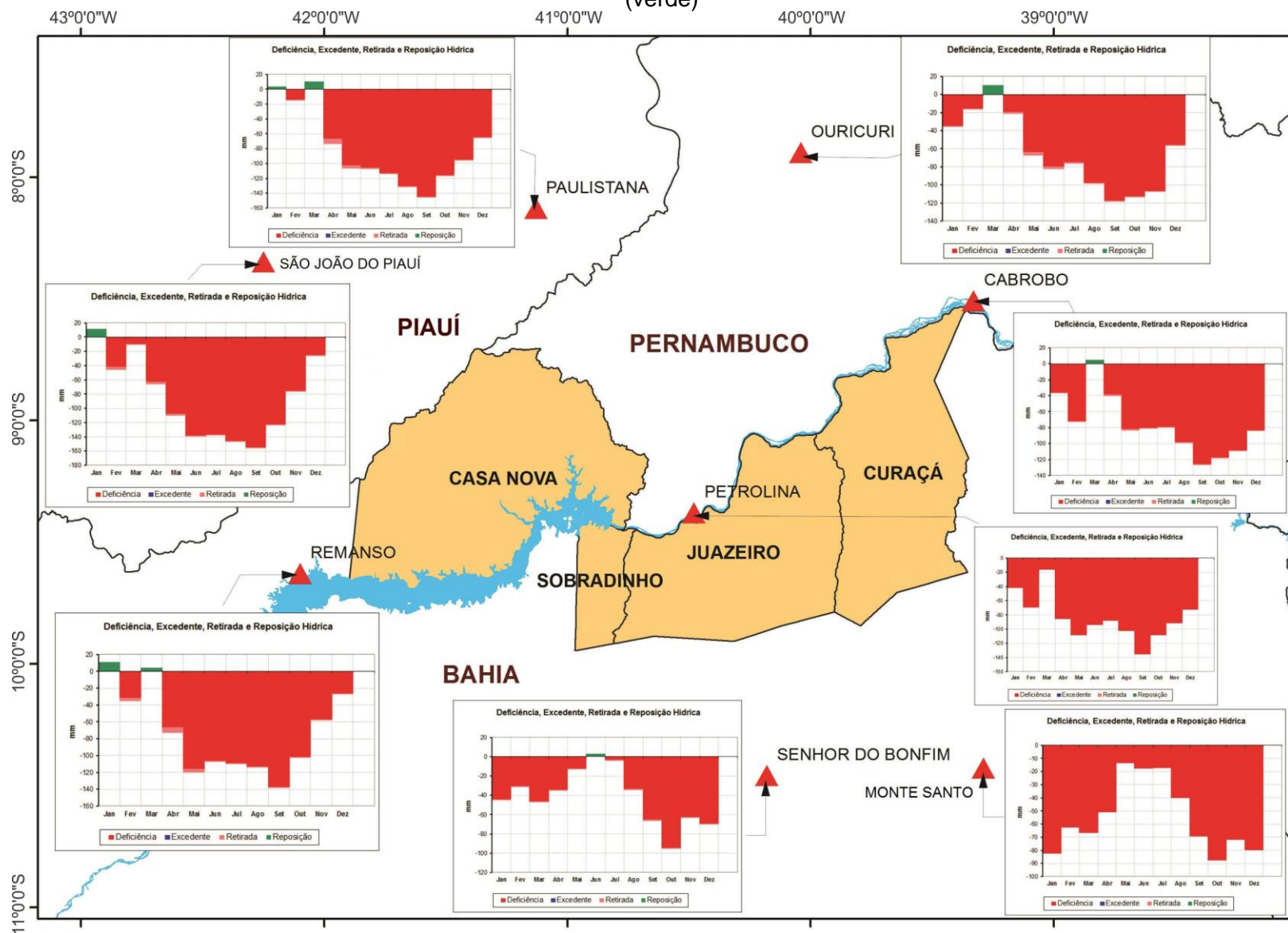
Esta situação pode ser observada na Figuras 4, que representa o Balanço Hídrico Normal Mensal, Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) e na Figura 5, representando a Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano para cada estação analisada.

Figura 4 - Balanço Hídrico Normal Mensal com Precipitação (azul), Evapotranspiração Potencial (vermelho) e Evapotranspiração Real (verde)



Fonte: Os autores

Figura 5 - Deficiência, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano com Deficiência (vermelho), Excedente (azul), Retirada (rosa) e Reposição (verde)



Fonte: Os autores

Os valores anuais de precipitação, evapotranspiração potencial, temperatura média e também deficiência e o excedente hídrico das estações podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores anuais para precipitação, evapotranspiração potencial, temperatura média, deficiência e excedente hídrico.

Estação	Precipitação (mm)	Evapotranspiração Potencial (mm)	Temperatura (°C)	Deficiência Hídrica (mm)	Excedente Hídrico (mm)
Ouricuri	636	1415,89	25,7	779,46	0,00
São João do Piauí	681	1703,20	27,6	1022,17	0,00
Paulistana	624	1577,63	27,0	952,89	0,00
Cabrobó	568	1489,33	26,6	921,12	0,00
Remanso	675	1541,57	26,7	866,20	0,00
Petrolina	512	1524,82	26,8	1012,40	0,00
Senhor do Bonfim	766	1262,98	24,0	497,09	0,00
Monte Santo	620	1278,48	24,0	658,48	0,00

Fonte: Os autores

Observa-se que o longo período de déficit hídrico pode estar relacionado tanto com os baixos valores de precipitação como os elevados valores de temperatura. Tais variáveis exercem grande influência sobre o IA, pois quanto maior a precipitação, maior será o IA, e diante a desertificação, menor será a suscetibilidade. Já em relação à temperatura, esta influencia na evapotranspiração, ou seja, na perda de água para a atmosfera, pois quanto maior a temperatura, maior será a evapotranspiração e, conseqüentemente, menor o índice de aridez e, portanto, maior a suscetibilidade climática à desertificação.

Classificação climática e nível de suscetibilidade à desertificação a partir do índice de aridez

Quanto aos índices de aridez foram analisadas sua relação com as classes climáticas como também com a suscetibilidade à desertificação, e notou-se que as áreas de influência das estações de Ouricuri, Cabrobó, Petrolina, São João do Piauí, Paulistana, Remanso e Monte Santo apresentam suscetibilidade ao processo, sendo classificada esta área como de suscetibilidade alta, já que os índices de aridez para tais estações estão entre 0,21 e 0,50. Para as áreas de influência da estação de

Senhor do Bonfim, foram classificadas como áreas de suscetibilidade moderada, tendo seu índice de aridez entre 0,51 e 0,65. Como pode ser visto na Tabela 5.

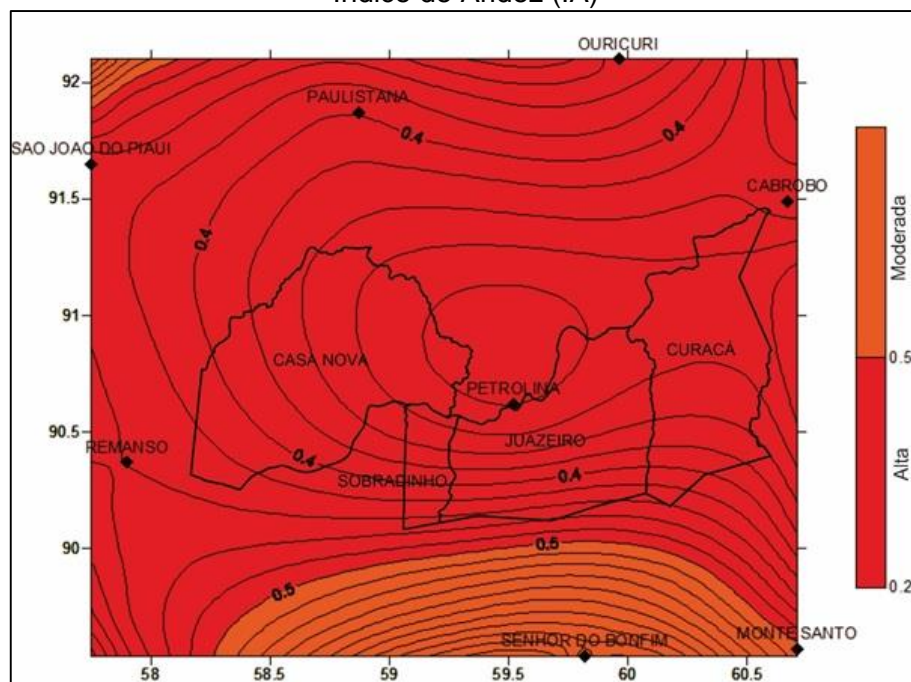
Tabela 5 - Classificação climática e de suscetibilidade à desertificação a partir do índice de aridez

Estação	Ia	Classe climática	Suscetibilidade à desertificação
Ouricuri	0,45	Semiárido	Alta
São João do Piauí	0,40	Semiárido	Alta
Paulistana	0,40	Semiárido	Alta
Cabrobó	0,38	Semiárido	Alta
Remanso	0,44	Semiárido	Alta
Petrolina	0,34	Semiárido	Alta
Senhor do Bonfim	0,61	Subúmido seco	Moderada
Monte Santo	0,48	Semiárido	Alta

Fonte: Os autores

Vale ressaltar que tanto a classificação climática, quanto o nível de suscetibilidade à desertificação foram analisados e espacializados somente para a região de estudo, porém, é fato que tal espacialização teve influência da distribuição das estações em seu entorno. O que coloca o centro-norte da região em estudo com maior probabilidade de ocorrer a desertificação quando comparada à sua porção sul (Figura 6).

Figura 6 – Nível de Suscetibilidade à desertificação para a região de estudo com base no Índice de Aridez (IA)



Fonte: Os autores

O fato de não existir medidas que possam ser aplicadas e que sejam capazes de modificar o clima de forma imediata acaba por ressaltar a importância de atuar nestas áreas climaticamente favoráveis à desertificação, seja de forma corretiva e/ou preventiva.

É importante destacar que mais estudos devem ser realizados na área, pois tomar como base apenas os Índices de Aridez (IA) não retrata totalmente a suscetibilidade à desertificação da área de estudo, já que neste trabalho foi analisada apenas a questão climática.

CONCLUSÕES

De acordo com as condições estudadas, pode-se concluir que:

- A metodologia utilizada resultou na distribuição da média de Temperatura e Precipitação para um período de 40 anos (1973-2013); A classificação climática e o Índice de Aridez para as estações. Assim como, a espacialização da suscetibilidade para região de estudo.
- A área objeto deste estudo encontra-se em processo alto de suscetibilidade à desertificação tendo índices de aridez entre 0,21 e 0,50.
- Observou-se uma alta variabilidade das chuvas com período seco e chuvoso bem demarcado, tendo período seco que vai do inverno a primavera e o chuvoso entre o verão e outono. A menor ocorrência de chuvas foi registrada em Petrolina com 512 mm a maior em Senhor do Bonfim com 766 mm.
- Para a temperatura o mês de junho sendo o que registrou os menores valores, tendo valores máximos o período que vai de outubro a dezembro. As estações que apresentaram maior valor médio foram São João do Piauí e Paulistana com 27 °C. As de menores valores foram Monte Santo com 25 °C e Senhor do Bonfim com 24 °C
- O cálculo do Balanço Hídrico Climatológico Normal com valores de evapotranspiração e deficiência hídrica elevados durante todo o período, foi ocasionado pelos baixos valores de precipitação e elevada temperatura. Ressalta-se que para todos os casos não foram detectados meses com excedente hídrico.

- O Índice de aridez calculado confirmou a classificação climática de semiárido na maior parte da região. Pode-se observar que a região de Senhor do Bonfim pertence à classe climática subúmido seco com nível moderado de suscetibilidade à desertificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. **Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather**. Bragantia, Campinas, v.52, p.169-172, 1993. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v52n2/09.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2015.

CARVALHO, J. R. P. de; ASSAD, E. D. Análise Espacial da Precipitação Pluviométrica no Estado de São Paulo: Comparação de Métodos de Interpolação. **Eng. Agrícola Jaboticabal**, v.25, n.2, p.377-384, maio/ago. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162005000200011&script=sci_arttext> Acesso em: 25 mar. 2015.

FREITAS, M. A. S. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semiáridas. **Revista Tecnologia (UNIFOR)**, Fortaleza, v. Suplem, p. 84-95, 2005. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Marcos%20Airton%20de%20S.%20Freitas/Um%20Sistema%20de%20suporte%20%C3%A0%20decis%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2015.

LANDIM, P.M.B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática. Texto Didático 02, 20 pp. 2000.

MATALLO JUNIOR, H. A. **Desertificação no mundo e no Brasil**. In: SCHENKEL, C. S. e MATALLO JR, H (Org). Desertificação. Brasília: UNESCO, 1999. 2003.

MMA, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**: PAN-BRASIL. Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD. Brasília: MMA, 2004. 225p.

MIN, Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: MI-SDR, 2005.

PENMAN, H.L. **The physical bases of irrigation control**. In: Hort. Congr., 2, London, Royal Horticultural Society, 1953, p.913-924. 1110p.

PEREIRA, F. N. de S.; LEAL, B. G. **Rede de Sensores Sem Fio para Fins de Manejo da Irrigação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Mestrado em Engenharia Agrícola – UNIVASF, Juazeiro-BA, 2014.

ROLIM, G. S., SENTELHAS, P. C., BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n.1, 1998, p133-137.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y.; ARAÚJO, T. V. S. B.; SAMPAIO, G. R.. **Desertificação no Brasil: Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 202 p., 2003.

SMITH, W.H.F.; WESSEL, P. Gridding with continuous curvature splines in tension. **Geophysics**, v.55, n.3, p.293-305, 1990.

SOUZA, B. I.; SILANS, A. M. B. P.; SANTOS, J. B. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.8, n.2/3, p.292-298, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662004000200019> Acesso em: 20 mar. 2015.

SURFER 8 Program, **Surface Mapping System**, Golden Software Inc. 2002, Disponível em: <www.goldensoftware.com> acesso em: 10 de fev. 2015.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; MARIN, F. R. ; ANGELOCCI, L. R. ; ALFONSI, R. R. ; CARAMORI, P. H. ; SWART, S. . **Balanços Hídricos Climatológicos de 500 localidades brasileiras**. Piracicaba: Departamento de Ciências Exatas, 1999 (Boletim Técnico). Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ysNNug3NL2MJ:www.lce.esalq.usp.br/bhbrasil/BHBRASIL/BHBRASIL.DOC+Balan%C3%A7os+H%C3%ADricos+Climatol%C3%B3gicos+do+Brasil&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>> Acesso em: 10 mar. 2015.

THORNTHWAITE, C.W. **Atlas of climatic types in the United States**. Mixed Publication, 421, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1941. 250p.

THORNTHWAITE, C.W. MATHER, J.R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technogy. 1957. 180p.

WMO. **Calculation of monthly and annual 30-year standard normals**, WCDP No. 10, WMOTD No. 341. World Meteorological Organization, Geneva. 1989.

CAPÍTULO 2

MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO COMO SUBSIDIO AO SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO SOBRE O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO.¹

Saulo Medrado dos Santos², Brauliro Gonçalves Leal³, Mario Godoy Neto³, Tatiana Ayako Taura⁴.

RESUMO

Com o avanço do acesso e disseminação da informação via Internet, a divulgação dos estudos sobre os efeitos, localização, controle e combate nas áreas que sofrem processos de desertificação torna uma ferramenta importante para a atuação nessas áreas. Este trabalho teve por objetivo modelar e desenvolver um Banco de Dados Geográfico (BDG) utilizando o PostGIS, com dados cartográficos sobre a desertificação para os municípios baianos de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá. Através das etapas de: criação, armazenamento e sincronização. Este trabalho serviu como confirmação do método de armazenamento para o Sistema de Visualização de Informações Geográficas via *Web*. Sendo o grande desafio, reunir em um mesmo ambiente a maior quantidade de dados e o mais atualizado possível dos diversos mapeamentos sobre a desertificação. Dos resultados alcançados pode-se concluir que as informações proporcionadas através do BDG, utilizando ferramentas livres, permitiu democratizar os dados nele armazenados tornando-se uma ferramenta importante na centralização de informações sobre as áreas susceptíveis à desertificação.

Palavras-chave: Degradação; Espacialização; Banco de Dados Geográfico; PostGIS.

ABSTRACT

It is widely discussed in the literature studies on the effects, location and combat in the areas that are suffering by desertification processes. Discussions of the subject the are restricted public or private institutions and only few have the possibility to query, search or perform download of several works on the subject. With the progress of the access and dissemination of information via the web, the dissemination of this knowledge becomes an important tool for the control and combating desertification. This work has as aim, design a geodatabase using the PostGIS, with cartographic data

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

² Mestrando em Engenharia Agrícola. saulomedrado1@gmail.com

³ Doutor, Professor, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Av. Antonio Carlos Magalhães, 510 Country Club, Juazeiro-BA. CEP: 48.902-300. {brauliro.leal; mario.godoy}@univasf.edu.br

⁴ Mestre, Analista, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Semiárido. BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23, Petrolina-PE. CEP: 56302-970. tatiana.taura@embrapa.br

of municipalities of Bahia: Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho and Curaçá. by the steps of: creation, storage and synchronization. This work will serve as confirmation of the storage method of one future work on the creation of a Geographic Information System via Web. Being the great challenge, which is to bring together in the same environment the largest amount of data and the most up to date as possible of the various mappings over the issue of desertification. Of the results obtained can be concluded that the information provided by the BDG, using free tools, allows democratize the data stored on it becoming an important tool in getting information about areas susceptible to desertification.

Keywords: Degradation; Spatialization; Geodatabase; PostGIS.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre os efeitos, localização e combate nas áreas que sofrem processos de desertificação são amplamente discutidos na literatura. Embora publicados, estas informações são de difícil acesso ao público não especializado. Os resultados e discussões acerca do tema ficam restritos a algumas instituições públicas ou privadas e poucos esforços são vistos quanto a possibilidade de disponibilizá-los para a população.

Há diversas ferramentas que tem o propósito de difundir, divulgar as informações georeferenciadas. Dentre estas tecnologias, pode-se citar os Sistemas de Visualização de Informações Geográficas via *Web* em conjunto com o Banco de Dados Geográfico (BDG) que contam com ferramentas de interação para o planejamento e a difusão dessas informações.

Quando se trata de representar o mundo real, há uma preocupação em como armazenar e recuperar uma grande quantidade dados de diferentes fontes, devido aos diferentes tipos de dados geoespaciais requeridos para a representação.

Segundo Kozievitch (2005) estes dados apresentam tipos, frequência e origens diferentes e geralmente não se encontram centralizados em uma única fonte.

O BDG é parte do Sistema de Informação Geográfica (SIG) responsável pelo armazenamento de diferentes tipos de dados e também possibilita consultas e interações entre diversos tipos de cenários que contenha uma extensão espacial. Seu uso mostra-se viável, a fim de permitir que o usuário tenha acesso aos dados disponibilizados de forma simples e intuitiva (SILVA & RIBEIRO, 2009).

Conforme Valin (2009) a utilização dessa ferramenta tem se mostrado um instrumento atual para divulgação de informações. Isto se deve à dinâmica de fácil atualização por seu gestor e simples consulta pelo usuário final, além da capacidade de acumular grande quantidade de informação e de representar fenômenos do mundo real de forma quantitativa e qualitativa, tais como a localização espacial de um objeto e seus atributos.

Para suprir as necessidades de armazenamento, recuperação, divulgação e interação com dados geoespaciais é possível utilizar o *PostgreSQL*, um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), desenvolvido como projeto de código aberto (POSTGRESQL, 2005). Para Uchôa (2007) a principal vantagem do PostgreSQL é ser um SGBD Objeto-Relacional, o qual incorpora alguns elementos de orientação a objetos, embora mantendo a estrutura relacional.

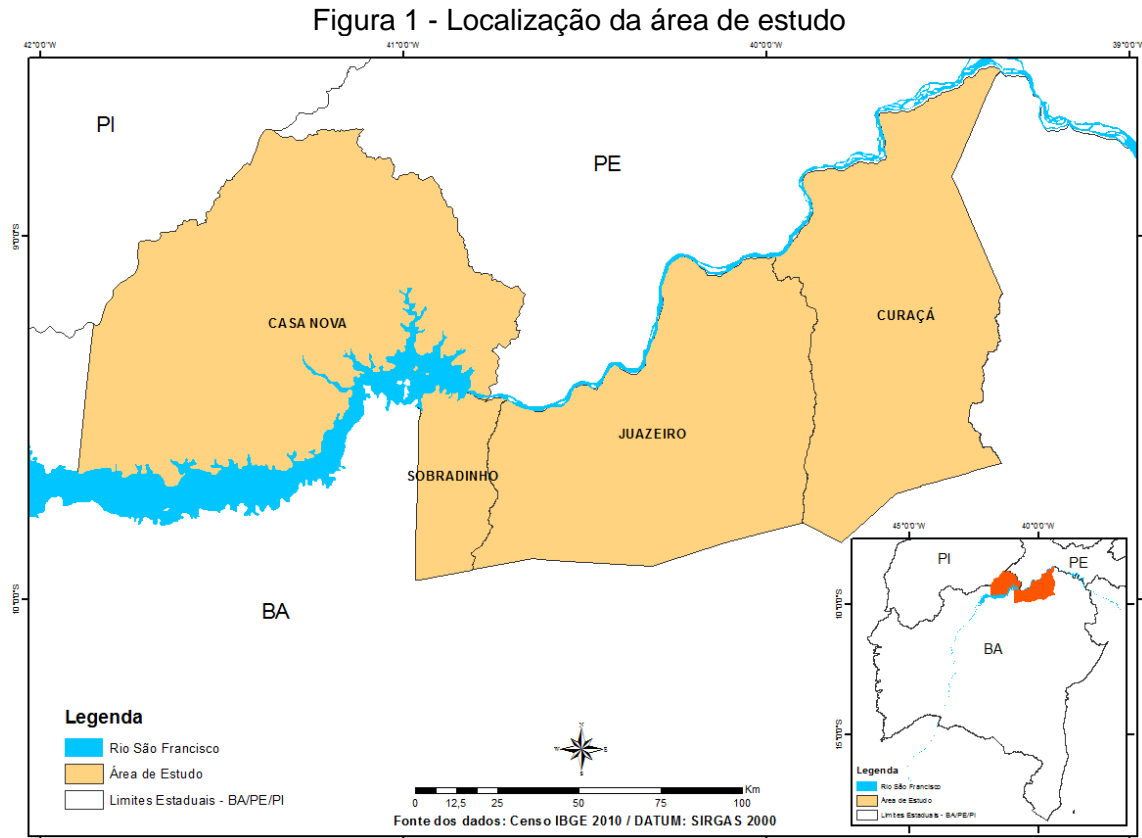
Em conjunto com sua extensão espacial *PostGIS*, ferramenta gratuita e *open source*, para armazenamento, consulta e interação de dados espaciais dos mais diversos tipos. O PostGIS adiciona capacidades espaciais avançadas ao banco de dados permitindo que esse se torne um repositório de dados, capaz de armazenar e manipular a informação geográfica, não sendo simplesmente um depósito de dados, mas um ambiente para interagir com estes (FERREIRA, 2006).

Este trabalho tem por objetivo projetar um Banco de Dados Geográfico (BDG) utilizando o PostGIS, com dados cartográficos sobre o processo de desertificação para os municípios baianos: Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá. Sendo o grande desafio do trabalho, o de reunir em um mesmo ambiente a maior quantidade de dados e o mais atualizado possível dos diversos mapeamentos sobre a desertificação.

Servirá como base de um método eficiente de armazenamento de um futuro trabalho sobre a Criação de um Sistema de Visualização de Informações Geográficas via *web* proposto pelos autores.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange os municípios de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá no norte da Bahia. Localizada entre as coordenadas 10°03'23" e 8°28'28" de latitude Sul e 41°56'00" e 39°15'22" de longitude Oeste (Figura 1).



Primeiramente, foi efetuado o levantamento de informações temáticas, espaciais e não-espaciais. As bases cartográficas trabalhadas neste artigo correspondem as diretamente ligadas à desertificação, sendo apresentada na Tabela 1 os temas com os respectivos projetos e órgãos responsáveis pelas produções:

Tabela 1 – Temas, Projeto e Órgãos responsáveis pela produção das bases cartográficas

Tema	Projeto	Órgão
Vegetação	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO II	Ministério do Meio ambiente (MMA) em parceria com centros de Pesquisa Federais e Estaduais para mapeamento da Caatinga (EMBRAPA, 2007)
Solo; Vulnerabilidade do Solo à Desertificação	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE-Bahia)	INGÁ com apoio do Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA e do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA (SEIA, 2014)
Geomorfologia	Estudos nas áreas de desertificação no estado da Bahia	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em parceria com Universidades Estaduais (CPRM, 2003)

 Continua...

Hidrografia	Instituto de Gestão das Águas e Clima - INGÁ (SEIA, 2014)	
Limites Municipais; Localidades	Censo 2010	Censo 2010 (IBGE, 2014)
Localização das Estações Meteorológicas; Dados Climáticos	Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015)	

 Fonte: Os autores

Os dados vetoriais em formato *shapefile* de Vegetação, Solo, Vulnerabilidade do Solo à Desertificação, Geomorfologia e Rede Hidrográfica foram obtidos pessoalmente pelos autores junto ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Embrapa Semiárido; os dados de Limites e Localidades Municipais foram obtidos através do IBGE¹ também em formatos vetoriais (*shapefile*); os dados climáticos foram obtidos através do INMET² e transformados em formato vetorial (*shapefile*) pelos autores, através do programa Quantum GIS.

Nota-se que a base cartográfica não foi elaborada por um processo contínuo de levantamento e tratamento de dados, mas formada por um conjunto de informações já existentes obtidos de maneiras díspares por diferentes órgãos.

Seguindo as recomendações atuais para padronização do dado cartográfico, utilizou-se o sistema de referência oficial em uso atualmente no Brasil, SIRGAS 2000 (IBGE, 2005).

Os programas utilizados para trabalho, assim como suas versões segue o descrito a seguir:

- PostgreSQL, versão 9.3³;
- PostGIS for PostgreSQL, versão 2.1⁴;
- Quantum GIS, versão 2.8⁵.

As etapas posteriores ao *download* e instalação (Apêndice I) dos programas seguiram as etapas metodológicas de:

¹ ftp://geoftp.ibge.gov.br/.../malhas_digitais/

² <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>

³ <http://www.postgresql.org/download/>

⁴ http://postgis.net/windows_downloads

⁵ <https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>

1. Criação do Banco de Dados no ambiente do PostgreSQL/PostGIS (Apêndice II), onde foi atribuído o nome “webgis”;
2. Importação dos arquivos utilizados no trabalho ao Banco de Dados criado (Apêndice III);
3. Validação dos arquivos importados.

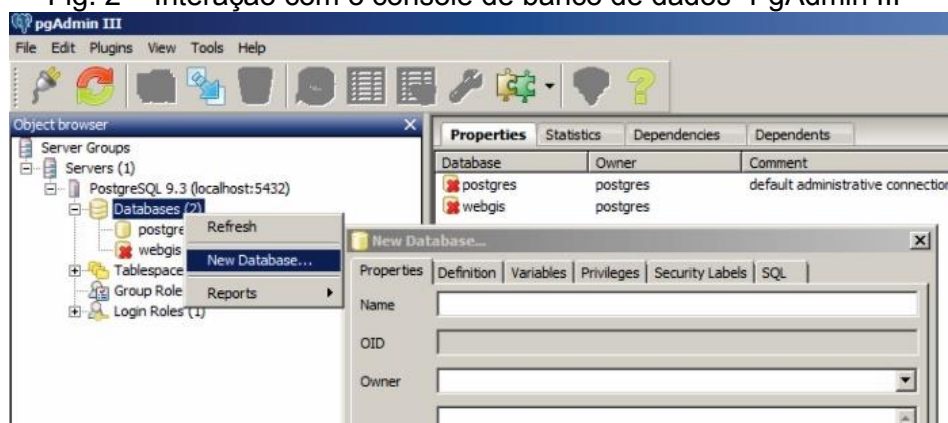
Para as etapas 1 e 2 foram utilizadas as ferramentas gráficas “pgAdminIII” e “PostGIS Shapefile and DBF loader” a primeira permite melhor interação entre o gestor e o Banco de Dados, a segunda transforma arquivos *shapefile* em *scripts* na linguagem SQL criando tabelas com os mesmos atributos do dado original incluindo os campos “referência espacial” e “geometria” às tabelas criadas, essencial no trabalho de configuração e atribuição de simbologia dos arquivos/tema. Utilizou-se o programa SIG, Quantum GIS para avaliação das etapas anteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Criação e Importação dos arquivos para o Banco de Dados

A criação do banco de dados espacial foi realizada através do console de banco de dados “PgAdmin III” (Figura 2). Foi dado ao mesmo o nome de “webgis”.

Fig. 2 – Interação com o console de banco de dados “PgAdmin III”



Fonte: Os autores

Foram inseridas ao BDG 14 bases temáticas. O resultado da conversão dos arquivos *ESRI Shapefile* inseridos no BDG com suas características originais para consulta é mostrada nas Tabelas 2 e 3. Na Tabela 2 é demonstrado os atributos

característicos de cada base cartográfica e na Tabela 3 as variáveis comuns a todas as tabelas criadas dentro do BDG.

Tabela 2 - Variáveis características de cada base cartográfica

Tema	Variável	Descrição da variável
Geomorfologia	legenda	Classe (tipo de relevo)
Localidade Municipais	nomesede	Nome da sede Municipal
Hidrografia	nome	Nome do rio
	tipo	Característica temporal (perene, intermitente, etc.)
Limites Municipais	cd_geocodm	Código do Município
	nm_municip	Nome do Município
Localização das Estações; Dados Climáticos	estacao	Nome da estação INMET
	long_x	Longitude
	lat_y	Latitude
	alt	Altitude
	t_jan; t_fev; ...; t_media_ano	Valores de temperatura média mensal e temperatura média anual
	p_jan; p_fev; ...; p_total_ano	Valores de precipitação média mensal e precipitação total anual
	etp_jan; etp_fev; ...; etp_total_ano	Valores de evapotranspiração potencial média mensal e evapotranspiração potencial total anual
	iaridez	Índice de Aridez
	class_clim	Classificação Climática
	isuscep_desert	Índice de Suscetibilidade à Desertificação
Interpolação dos Dados Climáticos	iqd_aridez (legenda)	Intervalo do índice de aridez
	iqd_etp (legenda)	Intervalo da evapotranspiração potencial
	iqd_prec (legenda)	Intervalo da precipitação
	lqd_temp (legenda)	Intervalo da temperatura
Rio São Francisco	nm_nome	Nome do rio
	cd_classif	Classificação (represa, rio)
Solo; Vulnerabilidade do Solo à desertificação	classnova	Código da classificação (CXve12, CXve13, etc.)
	legenda	Tipo da classificação (cambissolo haplico ta eutrofico, etc.)
	sprclasse	Classificação (medianamente estavel-vulneravel, etc.)
Vegetação; Uso e Cobertura do Solo	classe	Código da classificação (Ta, Td, etc.)
	legenda	Classificação (agricultura irrigada, agropecuária, etc.)

Fonte: Os autores

Tabela 3 - Variáveis comuns a todas as tabelas no BDG

Variável	Descrição da variável
gid	Chave primária
geometria	Representação da geometria (ponto, linha, polígono)
srid	Sistema de Coordenadas
Continua...	
legenda	Atributos

Fonte: Os autores

Modelagem dos Dados

A partir das entidades descritas acima foi possível realizar algumas consultas geográficas a fim de construir as tabelas pertencentes ao BDG que serviram de base para a visualização dos mapas temáticos. Desenvolveu-se o BDG, o qual possui relacionamento entre a Tabela “*spatial_ref_sys*” e as demais tabelas criadas para os temas. Sua estrutura segue a informada pela Tabela 4.

Tabela 4 – Estrutura da tabela “*spatial_ref_sys*”

spatial_ref_sys		
Atributo	Tipo	Restrição
Srid	integer	Chave Primária
auth_name	character varying (256)	
auth_srid	integer	
Srtext	character varying (2048)	
proj4text	character varying (2048)	

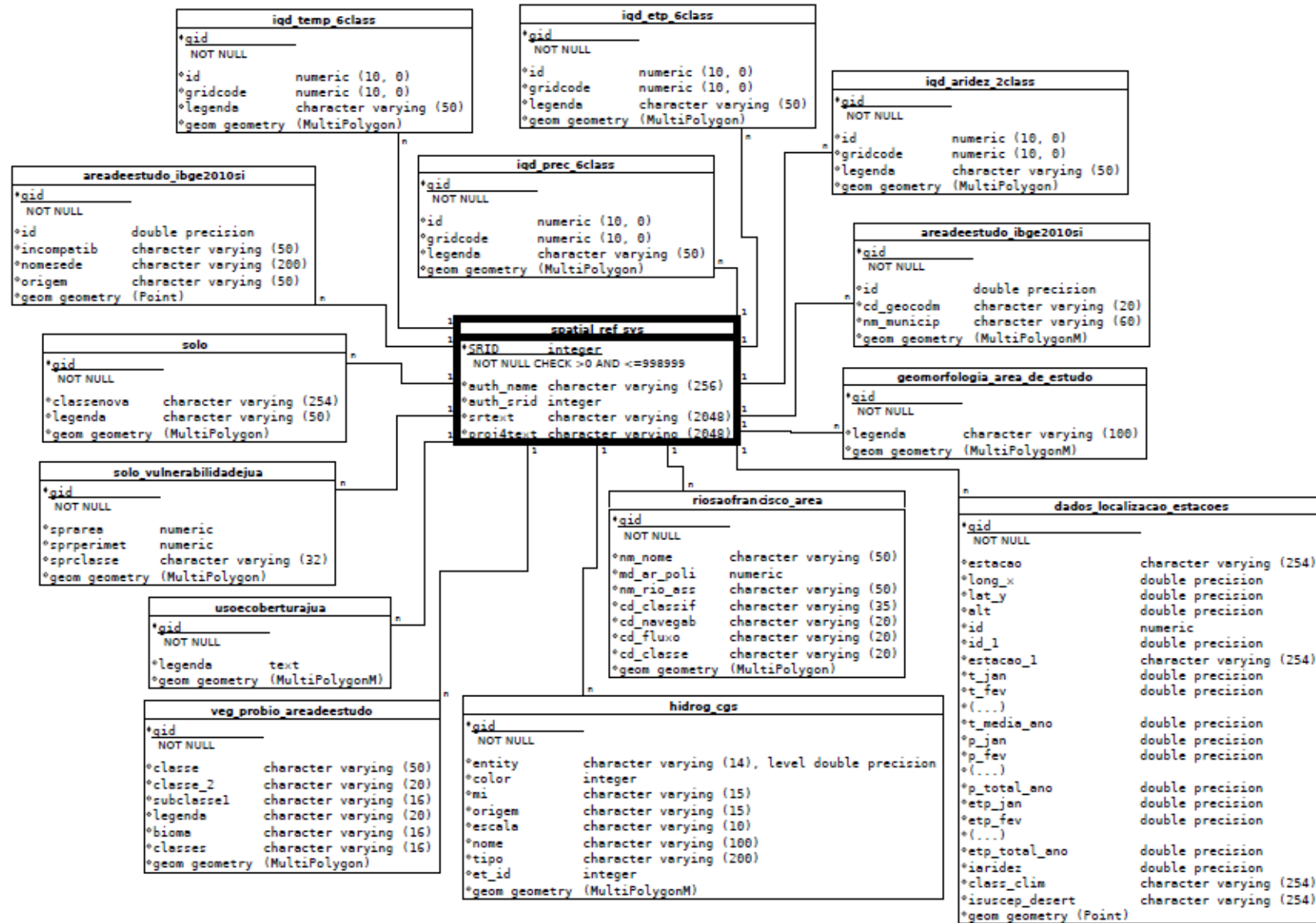
Fonte: Os autores

Onde:

- “*spatial_ref_sys*” - Armazena as informações de cada sistema de coordenadas utilizado no banco de dados;
- “srid” - Valor inteiro que identifica um sistema de referência espacial dentro do banco de dados;
- “auth_name” - Nome do padrão citado pelo sistema de referência;
- “auth_srid” - Identificador que define o sistema de projeção;
- “srtext” - Texto no formato WKT (*Well Known Text*) do *OpenGIS*. Representa as informações sobre a projeção;

- “proj4text” - Permite que sejam feitas transformações de coordenadas.

A Figura 3 mostra o diagrama de relacionamento entre a Tabela “*spatial_ref_sys*” principal entidade do banco de dados “*webgis*” e as tabelas geradas a partir da importação dos arquivos “*shapefiles*”. As quais se relacionam com a Tabela “*spatial_ref_sys*” sendo independentes entre si. A estrutura de cada tema importado é a descrita nas Tabelas 2 e 3.

Figura 3 – Diagrama relacional da tabela “*spatial_ref_sys*” e demais tabelas geradas

Fonte: Os autores

Com os resultados obtidos observou-se que o desenvolvimento e a implantação de um BDG em conjunto com um sistema de visualização de informações utilizando-se ferramentas gratuitas, livres e intuitivas permite dar publicidade aos dados nele armazenados. O BDG poderá tornar-se uma ferramenta importante na obtenção de informações sobre as áreas susceptíveis à desertificação, apoiando setores tanto de pesquisa, quanto de gestão.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- As informações centralizadas e disponibilizadas através do Banco de Dados Geográfico, ferramenta livre, proporcionou interação com os diferentes dados importados, sem erros de processamento ou supressão de atributos. Facilitando também o transporte da base de dados.
- A modelagem dos dados mostrou relação entre as estruturas das tabelas geradas tendo como relacionamento principal o sistema de projeção espacial do Banco de Dados Geográfico.
- Podendo-se introduzir novas camadas dos mais diversos temas não se restringindo a área geográfica.
- A utilização do Sistema Gerenciador de Banco de Dados, PostgreSQL em conjunto com sua extensão espacial PostGIS se mostrou eficiente para trabalhos cujo o objetivo é o armazenamento de diferentes dados vetoriais, em que seja necessário a visualização espacial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, C. D. **Apostila PostGIS 1.0.0**. Centro de Difusão de Tecnologia e Conhecimento (CDTC). Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI). 2006. Disponível em: <<http://andersonmedeiros.com/PDF/Apostila-PostGIS.pdf>>. Acesso: 04 setembro 2014.

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: 20 novembro 2014.

IBGE, 2014. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_atlas.shtm>. Acesso: 16 novembro 2014.

KOZIEVITCH, N. P. **Dados Meteorológicos**: Um Estudo de Viabilidade Utilizando um SGBD em Plataforma de Baixo Custo, dissertação de mestrado, Curitiba-PR, 2005, p.70.

LIMA, G. M.; DIAS, L. F.; VALE, R. M. C. do. Mapeamento Geomorfológico como Subsídio ao Estudo da Desertificação no Norte da Bahia. **Revista Geonordeste**, Edição Especial, V.2, N.4, p.588-598, 2012.

MMA, 2014. **PROBIO**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/projetos-sobre-a-biodiveridade/projeto-de-conserva%C3%A7%C3%A3o-e-utiliza%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel-da-diversidade-biol%C3%B3gica-brasileira-probio-i>>. Acesso: 15 novembro 2014.

PAIXÃO, F. E.; VALE, R. M. C. do; LOBÃO, J. S. B. **Mapeamento de Áreas Susceptíveis à Desertificação no Nordeste da Bahia**. Anais XIV Simpósio de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4195-4200.

PAN BRASIL. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**: PAN-Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos hídricos, 2004.

PEREIRA, F. N. de S.; LEAL, B. G. **Rede de Sensores Sem Fio para Fins de Manejo da Irrigação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Mestrado em Engenharia Agrícola – UNIVASF, Juazeiro-BA, 2014.

POSTGIS, **Manual**. Disponível em: <<http://postgis.net/stuff/postgis-2.0.pdf>>. Acesso: 10 outubro 2014.

POSTGRESQL, **Manual**. Disponível em: < <http://pgdocptbr.sourceforge.net/pg80/>>. Acesso: 10 outubro 2014.

QUANTUM GIS, Development Team 2012. **Quantum GIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso: 10 outubro 2014.

SEIA, 2014. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE-Bahia)**. Disponível em:<
<http://www.seia.ba.gov.br/planos-e-programas/programa-estadual-de-combate-desertifica-o-e-mitiga-o-dos-efeitos-da-seca>>. Acesso: 16 novembro 2014.

SIG-BA, 2002. **Sistema de Informações Gerenciais do Estado da Bahia**. Disponível em <<http://www.sigbahia.ba.gov.br/>>. Acesso: 15 novembro 2014.

SILVA, R. L. da; RIBEIRO, J. A. **SIG Web para Disponibilização de uma Mapoteca de Dados Geoespaciais Vetoriais**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p.4977-4983.

VALIN, M. M. **Uso de softwares livres para o desenvolvimento de SIG Web de acessibilidade a atrativos turísticos**: estudo de caso da cidade de Campinas - SP. Campinas, SP: [s.n.], 2009.

CAPÍTULO 3

SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS VIA WEB SOBRE A DESERTIFICAÇÃO¹.

Saulo Medrado dos Santos²; Brauliro Gonçalves Leal³; Mario Godoy Neto³; Tatiana Ayako Taura⁴

RESUMO

Com o avanço do acesso e disseminação de informações via web, a divulgação e o acompanhamento da evolução da desertificação através de um Sistema de Visualização de Informações Geográficas via Web torna-se uma ferramenta útil para a elaboração de planos de revitalização de áreas em processo de desertificação, entre outras aplicabilidades. O trabalho teve por objetivo a construção de um sistema de visualização de via *web* em torno da temática desertificação, dando publicidade aos dados pertencentes aos centros de pesquisa e a algumas análises de dados climáticos feitas pelos autores para a área de estudo. Tendo as etapas metodológicas de estruturação do sistema base da aplicação, armazenamento da base de dados, criação e edição das classes dos atributos para os arquivos mapfiles e a construção do servidor de mapas o qual foi denominado “DesertGIS”. A aplicação desenvolvida neste trabalho mostrou-se eficiente para a visualização e disponibilização de mapas interativos com diversas funcionalidades para visualização, análise e exportação das informações geográficas de interesse.

Palavras-chave: Mapserver; i3geo; WEBGIS; Desertificação.

ABSTRACT

With the advancement of access and dissemination of information, especially via web, the dissemination and monitoring of the evolution of desertification through a Geographic Information System View Web becomes a useful tool for development of plans of revitalization the areas in the process of desertification. This paper aims at building of one visualization system around the theme desertification, publicizing the data belonging to research centers and some climate data analysis made by the authors for the study área. Having the steps methodological of: Structuring the implementation base system; Storage the data base; Creating and editing of the classes of the attributes for files mapfiles and Construction of the maps server which was called “DesertGIS”. The application developed in this work proved to be efficient

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

² Mestrando em Engenharia Agrícola. saulomedrado1@gmail.com

³ Doutor, Professor, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Av. Antonio Carlos Magalhães, 510 Country Club, Juazeiro-BA. CEP: 48.902-300. {brauliro.leal; mario.godoy}@univasf.edu.br

⁴ Mestre, Analista, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Semiárido. BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23, Petrolina-PE. CEP: 56302-970. tatiana.taura@embrapa.br

for visualization and provision of interactive maps with many features for viewing, analysis and export geographical information of interest.

Keywords: Mapserver; i3geo; WEBGIS; Desertification.

INTRODUÇÃO

Observa-se nos dias atuais o aumento expressivo na disponibilização de dados na Internet, de modo a facilitar o acesso aos mais diversos tipos de dados, tendo em vista as inovações proporcionadas com as novas e modernas ferramentas tecnológicas, que têm beneficiado o incremento e o uso de novos instrumentos (MOREIRA, 2010).

Com o amplo acesso e disseminação da informação, principalmente via *web*, a divulgação e o acompanhamento da evolução da desertificação através de um sistema de visualização de informações geográficas via *web* torna uma ferramenta útil para o monitoramento e análise do problema; elaboração de planos de revitalização e até mesmo de reduzir os processos de desertificação. Visando compreender, identificar e acompanhar o grau de vulnerabilidade à desertificação presente no espaço geográfico.

O emprego da *web* como um meio de utilização dos sistemas de visualização pode ser considerado um grande avanço no geoprocessamento e abre novas oportunidades, como os mapas em tempo real, divulgações a custos reduzidos, atualizações mais frequentes e com baixo custo, utilização de *softwares* livres, elaboração de conteúdo para sistemas personalizados, diversidade de fontes de dados e compartilhamento de informação geográfica.

Segundo Cosme (2012) os sistemas de visualização de informações geográficas são soluções que permitem o acesso aos dados espaciais e alguma análise espacial simples, possuem interfaces muito intuitivas que facilitam a sua utilização, onde o acesso é feito remotamente a servidores que possuem a informação.

Nessa perspectiva é que surgem ferramentas como os Servidores de Mapas via Internet. Através dele, os usuários ou clientes podem acessar as informações no formato original e realizar consultas em diferentes níveis de complexidades, gerando

mapas interativos a partir de um Banco de Dados Geográfico (BDG) (SOUSA NETO, 2009).

Desta possibilidade é que surge o Mapserver em conjunto com a interface I3geo. O Mapserver é um agregado de ferramentas e recursos do tipo código aberto desenvolvido pela Universidade de Minesota e pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) em 1996 (PARMA, 2007; MAPSERVER, 2012) software principal sob o qual foi desenvolvido o i3Geo.

A sigla “i3Geo” significa “Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento”. Trata-se de um software livre, licenciado como GPL (Licença Pública Geral) e criado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) do Brasil em 2004 (I3GEO, 2012) utilizado para a construção de mapas interativos na internet e a disseminação de dados geoespaciais. Ferramentas base para criação do sistema, objeto deste trabalho.

Um sistema de visualização baseado em MapServer possui três componentes básicos: *template*, uma aplicação CGI (*Common Gateway Interface*) e o *mapfile*. O *template* é um arquivo HTML que define a organização dos mapas e dos componentes funcionais do sistema; O *mapfile* é um arquivo texto que define as características do projeto, tais como: tamanho do mapa, formato de apresentação da legenda, sistema de coordenadas, características de apresentação dos *layers*, como cor, pictogramas, tamanho da fonte, entre outros; O CGI é responsável por ler e processar os arquivos *mapfile* e *template* (VALIN, 2009).

As principais características que levaram a escolha do *Mapserver* em conjunto com o I3geo como servidor de mapas para o referido trabalho foram baseadas no fato desta ferramenta não se limitar ao fornecimento de mapas interativos, oferecendo um conjunto de aplicativos que atendem às necessidades de construção de infraestruturas de dados espaciais (INDE¹).

Além de ser compatível com as especificações mais importantes e difundidas pela *Open Geospatial Consortium* (OGC²) como WMS (*Web Map Service*) define protocolos que permitem a leitura de múltiplas camadas contendo vetores e/ou

¹ No Brasil, a IDE nacional, ou INDE, está a cargo da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) e utiliza a seguinte definição: “conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal.”

² O *Open Geospatial Consortium*, OGC, é uma organização voluntária internacional que desenvolve e implementa padrões para conteúdos e serviços geoespaciais.

imagens; *WFS (Web Feature Service)* apresenta uma forma de acesso (inserção, atualização, exclusão e análise) à feição através do ambiente WEB (HTTP) e *WCS (Web Coverage Service)* fornece comunicação eletrônica baseada na arquitetura cliente/servidor de dados geográficos.

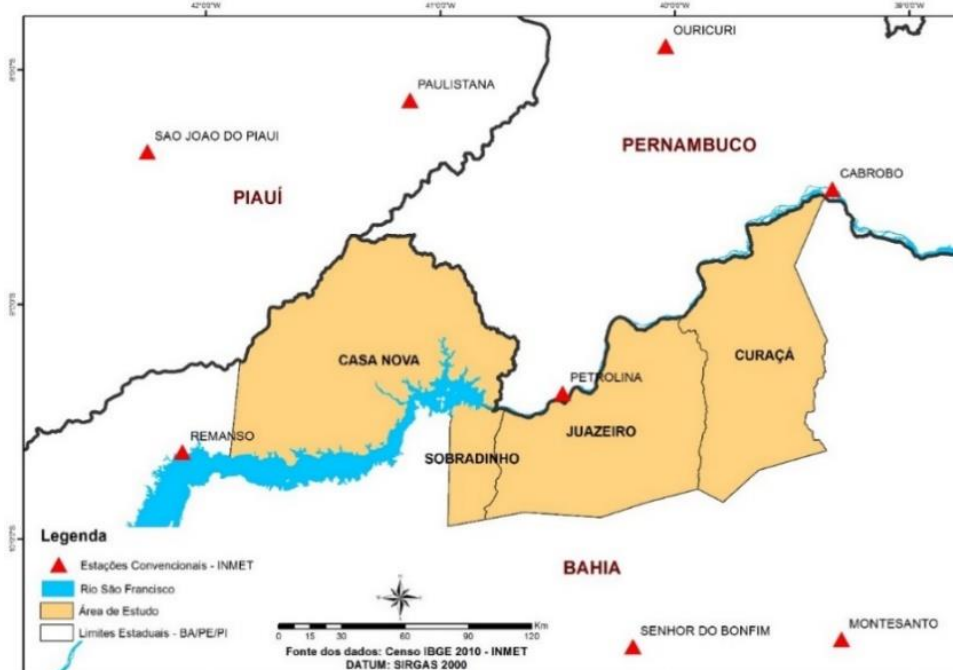
Arquitetura responsável pelo processamento da informação, dividido em módulos ou processos distintos. Sendo um processo responsável pela manutenção da informação (servidores) e outro responsável pela obtenção dos dados (os clientes). Possibilitando pelo lado servidor, o acesso e a integridade de dados, pelo lado cliente, ambiente individual de interatividade com recursos gráficos.

Este trabalho tem por objetivo a construção de um sistema de visualização de via *web* em torno da temática desertificação. Dando publicidade aos dados pertencentes aos centros de pesquisa e a algumas análises de dados climáticos feitas pelos autores para a área de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo abrange os municípios de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá no norte da Bahia. Localizada entre as coordenadas $10^{\circ}03'23.01''$ e $8^{\circ}28'28.10''$ de latitude sul e $41^{\circ}56'00.36''$ e $39^{\circ}15'22.19''$ de longitude oeste (Figura 1).

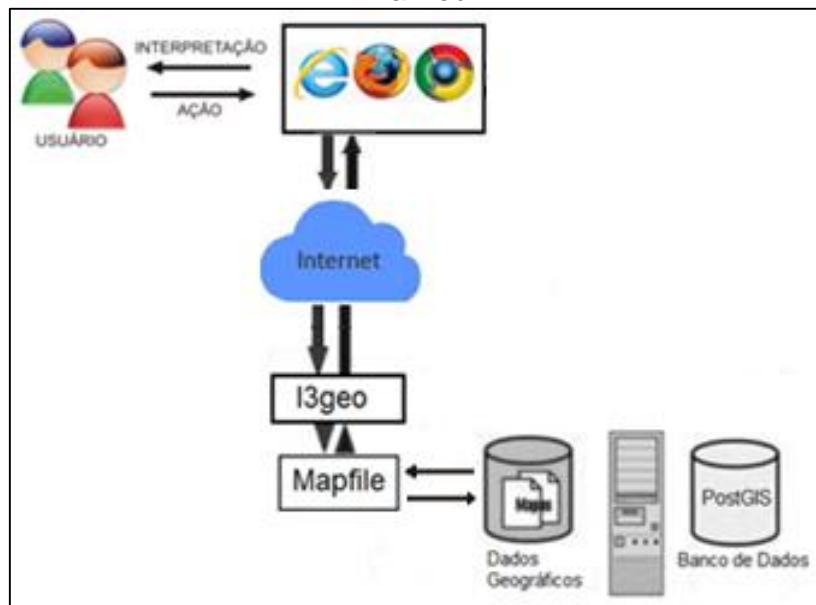
Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Os autores

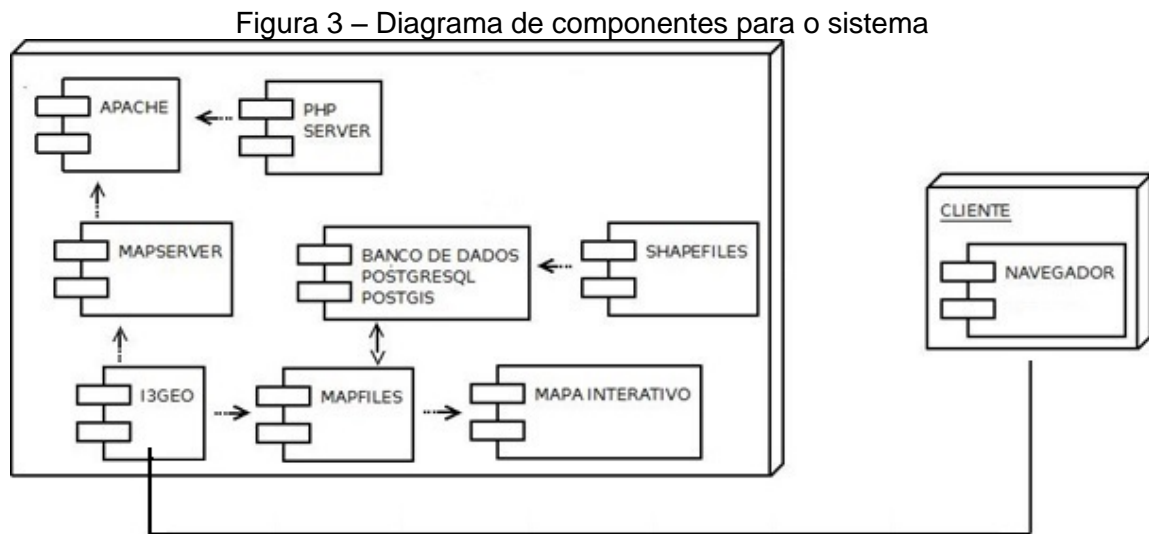
A proposta do sistema concebido, inicialmente, para disponibilização de dados sobre a desertificação para área de estudo segue o conceito cliente/servidor, caracteriza-se pelo envio de requisições de dados pelo usuário (cliente) para algum dos servidores conectados a uma rede de computadores, para o trabalho o servidor utilizado foi o *Mapserver* em conjunto com o *I3geo*, o qual pode aceitar tais requisições, processá-las e retornar o resultado para o cliente (Figura 2).

Figura 2 – Visualização da proposta do sistema de visualização de informações geográficas via web



Fonte: Os autores

Tendo em conta os custos significativos que o desenvolvimento de um sistema de visualização via web pode assumir, optou-se por *softwares* livres na elaboração do mesmo utilizando o Apache 2.2.22, Mapserver CGI 6.0.3, PHP 5.4.3, I3Geo 6.0 e o SGBD PostgreSQL 9.4.3 com a extensão espacial PostGIS 2.1. A estrutura do projeto segue a representada pelo diagrama a seguir (Figura 3):



Fonte: Os autores

A Figura 3 apresenta:

- Shapefiles: Formato de arquivo desenvolvido e regulamentado pela ESRI contendo dados geospaciais em forma de vetor. descrevem geometrias: pontos, linhas, e polígonos.

Os dados geográficos em formato shapefile obtidos e trabalhados para auxiliar na localização e contextualização das análises dos dados foram: cobertura vegetal; uso do solo; classes de solo; vulnerabilidade do solo à desertificação; geomorfologia; rede hidrográfica; limites e localidades municipais; localização das estações meteorológicas da área de abrangência assim como dados de precipitação, temperatura, evapotranspiração, índice de aridez e suscetibilidade à desertificação para região.

Os dados vetoriais de Vegetação, Solo, Uso do Solo; Vulnerabilidade do Solo à Desertificação, Geomorfologia e Rede Hidrográfica foram obtidos junto ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Embrapa Semiárido.

Os dados de Limites e Localidades Municipais foram obtidos através do IBGE¹ também em formato vetorial (shapefile).

Os dados climáticos foram obtidos através do INMET² e transformados em formato vetorial (shapefile) pelos autores.

¹ ftp://geoftp.ibge.gov.br/.../malhas_digitais/

² <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>

Nota-se que a base cartográfica não foi elaborada por um processo contínuo de levantamento e tratamento de dados, mas formada por um conjunto de informações já existentes obtidos de maneiras diversas por diferentes órgãos.

Seguindo as recomendações atuais para padronização do dado cartográfico, utilizou-se o sistema de referência oficial em uso atualmente no Brasil, SIRGAS 2000 (IBGE, 2005).

- Banco de Dados Geográfico (BDG): Para a organização e armazenamento dos dados da etapa anterior utilizou-se como ferramenta de banco de dados principal o PostgreSQL, versão 9.3¹ em conjunto com sua extensão espacial PostGIS, versão 2.1².
- Mapfile: A fase de construção e edição dos Mapfiles é uma fase crítica no processo de preparação dos mapas interativos. São eles que definem as características de cada tema disponível para leitura pelo servidor de mapas.

A edição das cores para os atributos contidos nos dados geográficos obedeceu ao indicado nos Manuais Técnicos em Geociências para Vegetação (IBGE, 2012) e Pedologia (IBGE, 2007). Posteriormente foram incluídos na pasta “i3geo/temas”.

- Servidor de mapas: Utilizou-se o servidor de mapas Mapserver em sua versão mais recente 3.0 em conjunto com o I3Geo. Utilizou-se a versão 6.0 dos arquivos.

Foi instalado o ambiente onde o i3Geo funcionaria, o que significou configurar no computador um servidor WEB. Esse servidor necessita basicamente dos softwares Apache, PHP e Mapserver. É disponibilizado pelo pacote extensão MS4W (Mapserver for windows)³. Uma vez configurado o servidor, foi copiada a pasta contendo os arquivos do i3Geo⁴, para a pasta de arquivos do servidor Apache em (C:\ms4w\Apache\htdocs).

O acesso ao sistema de administração responsável pela manutenção do catálogo de temas, criação e edição dos arquivos Mapfiles é feita através da URL: <http://localhost/i3geo/admin>. O acesso pelo cliente para visualização dos mapas temático no I3geo é feito através da URL: http://localhost/i3geo/interface/black_ol.htm

¹ <http://www.postgresql.org/download/>

² http://postgis.net/windows_downloads

















³ <http://www.maptools.org/ms4w/index.phtml?page=downloads.html>

⁴ http://svn.softwarepublico.gov.br/trac/i3geo/browser/arquivos_verseoes

A manutenção do catálogo de temas é a principal tarefa dos administradores. Manter o catálogo significa configurar as camadas que poderão ser utilizadas nos mapas interativos, além de organizá-las para tornar sua localização mais fácil e intuitiva. Essa organização é feita construindo-se uma “Árvore de Temas”, composta por menus, grupos, subgrupos e temas em uma estrutura hierárquica

- Cliente: Realiza a navegação no mapa interativo e operações através do navegador pelo link: http://localhost/i3geo/interface/black_ol.htm. No Quadro 1 é mostrado alguns exemplos de ferramentas/funcionalidades que o cliente utiliza para operação no mapa interativo.

Quadro 1 – Ferramentas de navegação e análise para o cliente

Ferramenta	Funcionalidade	Ferramenta	Funcionalidade
	Altera a escala do mapa ajustando-a para mostrar a mesma abrangência geográfica da inicialização.		Amplia o mapa - desloca o ponto clicado para centro da tela ou amplia a região indicada por um retângulo.
	Desloca a região visível no mapa.		Mostra informações sobre um ponto no mapa.
	Mostra informações resumidas sobre um ponto clicado no mapa. Basta clicar no mapa a qualquer tempo.		Mostra a extensão geográfica atual em coordenadas geográficas.
	Abre/fecha o mapa de referência.		Legenda
	Mostra dados Meteorológicos.		Abre lente de ampliação.
	Abre o Google Maps, mostrando uma imagem de satélite da região vista no mapa principal.		Abre as ferramentas para seleção de elementos de um tema. Os elementos selecionados podem ser utilizados em outras operações, como buffer e seleção por tema.
	Redesenha o mapa com as configurações iniciais.		Mede a distância entre dois ou mais pontos clicados no mapa (menor distância).
	Mede a área de um polígono desenhado na tela.		Insere pontos no mapa em coordenadas geográficas. Os pontos incluídos podem ser transformados em linhas ou polígonos.

Fonte: Os autores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos métodos descritos, foi implementado um sistema de visualização via *web* com informações relativas à desertificação para proporcionar aos usuários

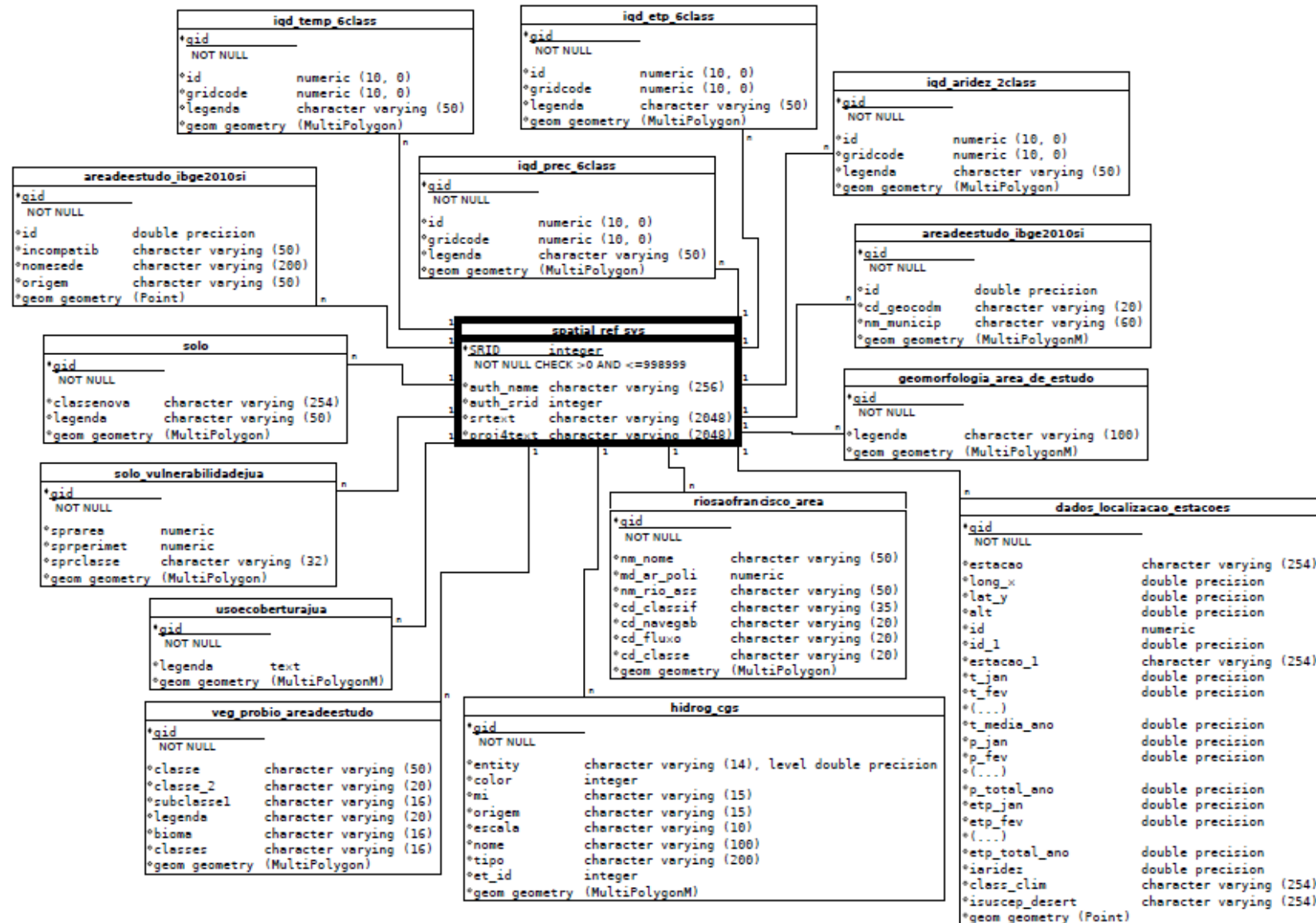
interessados uma combinação de informações de mapas de solo, cobertura e uso do solo, geomorfologia, rede hidrográfica, juntamente com dados climáticos com a finalidade de embasar os usuários para tomada de decisão. Foi dado ao produto gerado o nome de “DesertGIS”.

Importação dos arquivos para o BDG – PostgreSQL/PostGIS

Como resultado da importação dos dados foi possível realizar algumas consultas geográficas a fim de construir as tabelas pertencentes ao BDG que serviram de base para a visualização dos mapas temáticos a serem reproduzidos no “DesertGIS”.

A Figura 4 mostra o diagrama de relacionamento entre a Tabela “spatial_ref_sys” principal entidade do banco de dados “webgis” e as tabelas geradas a partir da importação ao BDG. As quais se relacionam com a primeira e são independentes entre si.

Figura 4 – Diagrama relacional das tabelas geradas no banco de dados “webgis”



Fonte: Os autores

Com os resultados obtidos da importação, os arquivos (shapefiles) da base cartográfica e demais informações elaboradas pelos autores para a realização do presente estudo, integraram o BDG mantendo-se todas as características originais dos dados geográficos, estando aptos para serem construídos os mapfiles.

Configuração dos arquivos .map (Mapfiles)

A estrutura inicial para todos os arquivos criados segue o exposto na Figura 5.

Figura 5 - Estrutura inicial para todos os mapfiles criados

```
MAP
SYMBOLSET ../symbols/simbolosv6.sym
FONTSET ../symbols/fontes.txt
LAYER
  CONNECTION "user=postgres password=xxxx dbname=desertgis host=localhost port=5432"
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  DATA "the_geom FROM iqd_aridez_2class USING UNIQUE gid USING SRID=4674"
  PROJECTION
    "init=epsg:4674"
  END # PROJECTION
  TEMPLATE "none.htm"
  TILEITEM "location"
```

Fonte: Os autores

Os comandos editados para inclusão das bases cartográfica ao sistema foram:

- “FROM” em destaque, que diz respeito ao nome do arquivo (shapefile) importado ao BDG;
- “CONNECTION”, realiza a conexão entre o “DesertGIS” e o BDG, ferramenta de armazenamento central deste estudo;
- “SRID” responsável pela projeção do arquivo a ser trabalhado.

Na sequência é mostrada o resultado da edição do arquivo mapfile para o tema “Índice de Aridez” (Figuras 6 e 7).

Figura 6 - Estrutura do mapfile para o tema criado – “IQD Índice de Aridez”

```

METADATA
→ .....ITENSDESC" → "legenda"
→      → "ITENS" → "legenda"
→      → "TEMA"-"iqd_aridez_2class"
→      → "CLASSE"-"SIM"
→ END
→ NAME-"iqd_aridez_2class"
→ TRANSPARENCY-75
→ TYPE-POLYGON
→ UNITS-METERS
→ STATUS-DEFAULT

```

Fonte: Os autores

Onde os comandos “ITENSDESC” e “ITENS” correspondem à coluna de atributos da tabela; “TEMA” identificador do arquivo vetorial importado ao BDG; “NAME” identificação fornecida pelo administrador que poderá ser vista pelos clientes; “TYPE” forma geométrica e “UNITS” unidade métrica do arquivo vetorial importado ao BDG.

Figura 7 – Atribuição de cores ao mapfile para o tema criado – “IQD Índice de Aridez”

```

CLASS
NAME "0.21 - 0.50"
EXPRESSION ('[legenda]'eq'0.21 - 0.50')
STYLE
COLOR 255 166 0
      OUTLINECOLOR -1 -1 -1
END # STYLE
END # CLASS
CLASS
NAME "0.51 - 0.65"
EXPRESSION ('[legenda]'eq'0.51 - 0.65')
STYLE
COLOR 231 255 74
      OUTLINECOLOR -1 -1 -1
END # STYLE
END # CLASS

```

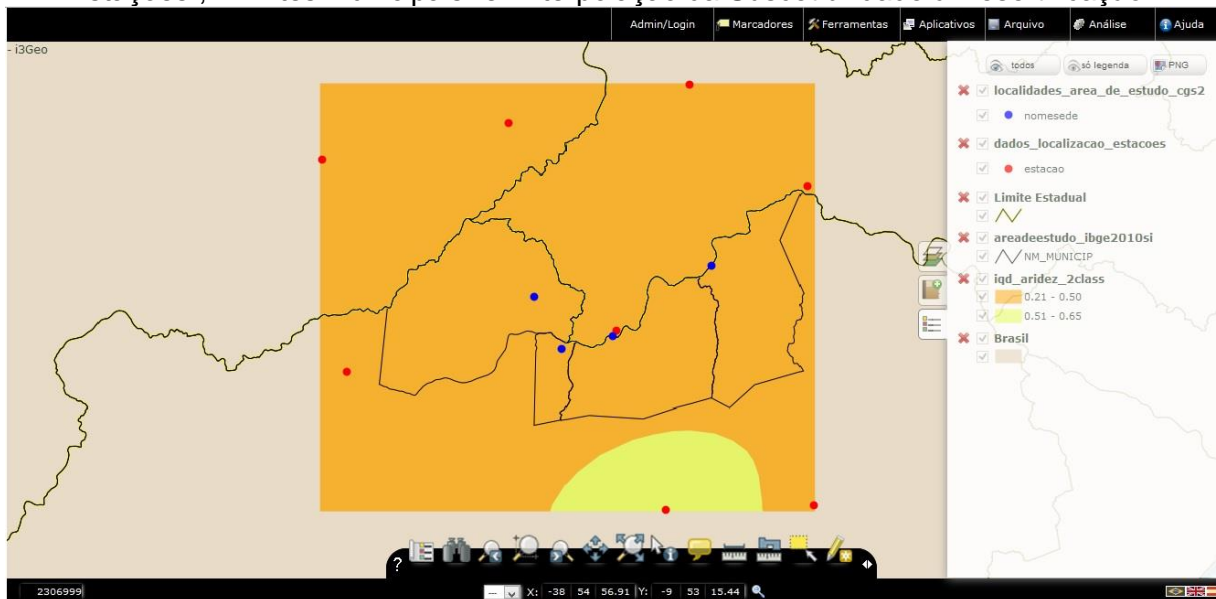
Fonte: Os autores

Os comandos “NAME” e “EXPRESSION” obedecem às classes da coluna de atributos dos arquivos (shapefile) importados e “COLOR” para inclusão das cores que serão vistas na aba “Legenda” no sistema.

Mapa interativo – Mapserver/I3geo

Quando o cliente acessa o link do projeto através do navegador, é enviada uma requisição para o MapServer, a qual é recebida pelo Apache. Este envia os arquivos (códigos das páginas e as imagens) para o cliente através da aplicação i3geo. Ao se visualizar um mapa com as informações requeridas e a cada alteração feita nos parâmetros da informação desejada uma nova requisição é enviada ao servidor atualizando, desta forma, o mapa. A visualização do “DesertGIS” encontra-se na Figura 8.

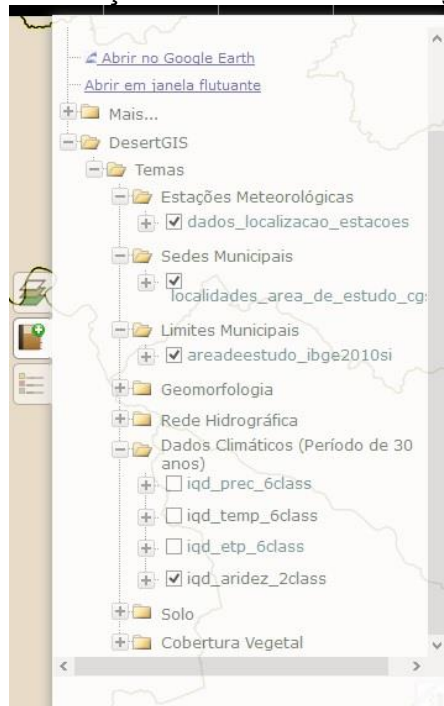
Figura 8 – Visualização do “DesertGIS” com os atributos “Localidades”; “Localização das Estações”; “Limites Municipais” e “Interpolação da Suscetibilidade à Desertificação”



Fonte: Os autores

O acesso a base de dados importada ao sistema é feito pela aba móvel localizada do lado direito da janela, na ferramenta chamada “Catálogo de Temas” (Figura 9).

Figura 9 – Visualização da aba móvel “Catálogo de Temas”

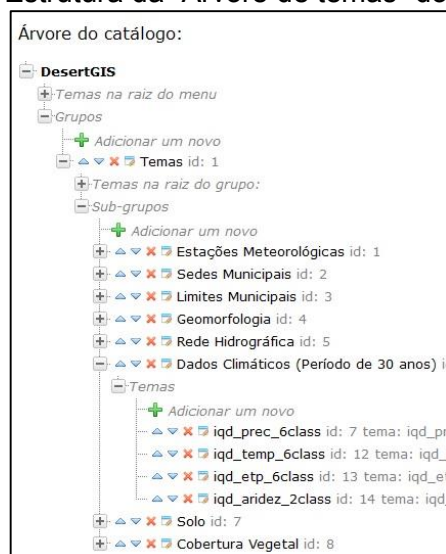


Fonte: Os autores

Uma vez selecionado o tema de interesse o mesmo é mostrado na tela principal do servidor. O “Catálogo de Temas” corresponde a configuração previamente realizada pelo administrador no item “Árvore de Temas” ferramenta responsável pela adição ou remoção dos temas no mapa interativo.

O resultado da criação da “Árvore de Temas” responsável pela organização das camadas do mapa temático é o que pode ser visto na Figura 10.

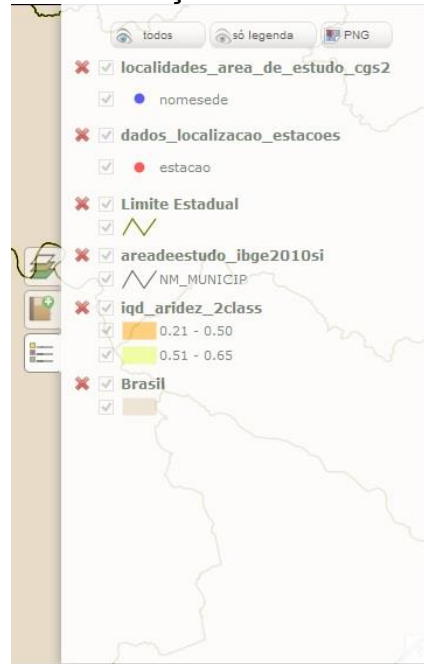
Figura 10 – Estrutura da “Arvore de temas” do “DesertGIS”



Fonte: Os autores

Outra ferramenta utilizada pelo usuário para navegação no mapa interativo é a aba “Legenda” onde se encontra toda a simbologia classificada pelos administradores (Figura 11).

Figura 11 – Visualização da aba móvel “Legenda”



Fonte: Os autores

A aplicação desenvolvida neste trabalho, “DesertGIS”, mostrou-se capaz de gerar visualização e disponibilizar mapas interativos de forma eficiente, mostrando ao usuário uma interface com diversas funcionalidades para visualização, análise e exportação das informações geográficas de interesse. Além disso, possibilita a sobreposição espacial simultânea de diversos mapas temáticos, permitindo analisar camadas de informação separadamente ou em conjunto.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, concluiu-se que:

- A metodologia utilizada mostrou-se capaz de desenvolver um Sistema de Visualização via Web.
- Mostrou-se eficiente mesmo com número significativo de camadas para carregamento. Possibilita a sobreposição espacial simultânea de diversos mapas temáticos, permite analisar camadas de informação separadamente ou em conjunto

- Houve integridade para com os dados trabalhados não gerando perda ou inconsistência de dados.
- Toda simbologia de cores, linhas, extensão geográfica, das classes de atributos foi mantida.
- Os resultados mostram a possibilidade de utilização do sistema para as mais diversas temáticas não restringindo a região geográfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

COSME, A. **Projeto em sistemas de informação geográfica**. Lisboa: Lidel, 2012.

I3GEO. I3geo 5.0 **Manual do Administrador**. 2012. 98 p. Disponível em: <http://www.i3geo.com.br/i3geo/documentacao/manual-admin-i3geo-6_0-pt.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

MOREIRA, S. A. G. **Cartografia multimídia**: possibilidade para a produção de novos conhecimentos geográficos. In: Anais XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia, 2010, Aracaju – SE

MAPSERVER. Open Source Web Mapping. **MapServer 6.0.3 Documentation**. 2012. 933 p. Disponível em: <<http://www.mapserver.org>>. Acesso em: 18 set. 2012.

PARMA, C. A. **Mapas Cadastrais na Internet: Servidores de Mapas**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2007, Florianópolis, Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 1311-1319.

SOUSA NETO, W. P. **Usando API do Google Maps para criar um mapa interativo: estudo de caso**: Campus Viçosa. 2009. 42p. Monografia (Graduação em Engenharia de Agrimensura) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VALIN, M. M. **Uso de Softwares Livres para o Desenvolvimento de Sig Web de Acessibilidade a Atrativos Turísticos**: Estudo de Caso da Cidade de Campinas-SP. 2009. 142 p. Dissertação (Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

3. CONCLUSÃO GERAL

Através do presente estudo pode-se concluir que:

- Para a distribuição da média de Temperatura e Precipitação para um período de 40 anos (1973-2013) observou-se uma alta variabilidade das chuvas com período seco e chuvoso bem demarcado, tendo período seco que vai do inverno a primavera e o chuvoso entre o verão e outono. Para a temperatura o mês de junho sendo o que registrou os menores valores, tendo valores máximos o período que vai de outubro a dezembro.
- O Índice de aridez calculado confirmou a classificação climática de semiárido na maior parte da região. A área encontra-se em processo alto de suscetibilidade climática à desertificação tendo índices de aridez entre 0,21 e 0,50.
- As informações armazenadas através do Banco de Dados Geográfico, ferramenta livre e principal ambiente de armazenamento da base cartográfica, proporcionou interação com os diferentes dados importados, sem erros de processamento ou supressão de atributos. Facilitando também o transporte da base de dados.
- A aplicação desenvolvida neste trabalho, “DesertGIS”, utilizando um conjunto de ferramentas livres (PostgreSQL/PostGIS; Mapserver/I3Geo), permitiu a visualização e disponibilização de mapas interativos, mostrando ao usuário uma interface com diversas funcionalidades para visualização, análise e exportação das informações geográficas acerca da desertificação.

A aplicação desenvolvida cumpre os objetivos inicialmente definidos. No entanto, a aplicação constitui uma base de trabalho que permite a incorporação de novos conjuntos de dados geográficos não restringindo as regiões.

Algumas sugestões propositivas são apresentadas, para que possam ser incorporadas em pesquisas futuras:

- Testar o sistema proposto em ambiente GNU-LINUX;
- Ampliar a base de dados;

- Estender o sistema para apresentar informações relacionadas às questões do uso e degradação das terras em diferentes períodos de tempo;
- Ampliar os estudos para incluir imagens de satélite (raster) de diferentes períodos;
- Ampliar o sistema para incorporar funções de SIG, isto é, permitir a realização de análise espacial mais avançadas, como por exemplo (análise e modelagem de dados, etc.);
- Ampliar a participação de pesquisadores da área de computação para aumentar o nível de desenvolvimento;
- Realizar teste de aceitação junto a usuários reais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. L. S.; MEDEIROS, C. N.; GOMES, D. D. M.; CRUZ, M. L. B. Sig-Web Ceará em Mapas Interativos, Novas Ferramentas na Cartografia Escolar. **Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 24, p. 253-269, 2012.

ALMEIDA, R. D. & PASSINI, E. Y. **O Espaço Geográfico**: Ensino e Representação. 12 ed. São Paulo: Contexto, 2002.

ALMEIDA, A. P. **Análise multitemporal e espacial do uso e cobertura das terras no município de casa nova, bahia, no período de 1996 a 2011**. Dissertação (Mestrado Modelagem em Ciência da Terra e do Ambiente). Universidade Estadual de Feira de Santana, 2013.

AMARAL, V. P.; MORAES, J. R. S. C.; COSTA, J. F.; SANTIAGO, A. V. **Estimativa de Suscetibilidade à Desertificação por meio dos Índices de Aridez Aplicados no Município de Petrolina-PE**. 18º Seminário de Iniciação Científica e 2º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA, 2014.

ARAGÃO, H.; CAMPOS, J. **SIGWeb Builder**: Uma Ferramenta Visual para Desenvolvimento de SIG Webs. UNIFACS, Salvador-BA, 2009. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo2008/papers/p22.pdf>>. Acesso 09 jun. 2015.

BECERRIL-PINÃ, R.; MASTACHI-LOZA, C. A.; GONZÁLES-SOSA, E.; DÍAZ-DELGADO, C.; BÂ, K. M. Assessing desertification risk in the semi-arid highlands of central Mexico. **Journal of Arid Environments**. n° 120, 4-13, 2015.

BARBOSA, M. **Recursos Naturais e Meio Ambiente**: A Desertificação. Salvador: IICA/CAR, 1995.

BARROS, K. O.; FARIA, A. L. L.; RODRIGUES, R. A. **Índice de Aridez como Indicador da Susceptibilidade à Desertificação na Mesorregião Norte de Minas**. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Federal de Viçosa, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Política Nacional de Controle da Desertificação**. Brasília: CONAMA, 1997. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23897.html>>. Acesso 09 jul. 2015.

_____ - Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca: PAN-BRASIL**. Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD. Brasília: MMA, 225p., 2004.

_____ - Ministério do Planejamento. **Infraestrutura de Dados Espaciais – INDE**. Decreto nº 6.666, 2008.

CASANOVA, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G.R. **Banco de Dados Geográficos**. 2005. p. 305-340. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/capitulos.html>>. Acesso em 11 mai. 2015.

CANDIDO, D. S.; SILVA, J. M. N. **Manipulação de operadores espaciais**. Monografia (Tecnólogo em Sistemas de Computação). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2009.

CEPED. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento – BA. **Diagnóstico Preliminar do Processo de Desertificação no Estado da Bahia**. Salvador: CEPED, 1979.

CODD, E. F. **A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks**. Communications of the ACM, v. 13, n. 6, p. 377-387, June 1970.

CONTI, J. B. A. **Desertificação no mundo**. In: CONTI, J. B. A. Clima e Meio ambiente. São Paulo: Atual Editora, p. 64-75., 1998.

CUNHA, T. J. F.; SA, I. B.; PETRERE, V. G.; NETO, M. B. D. O.; TAURA, T. A.; FILHO, J. C. D. A.; SILVA, M. S. L. D.; OLIVEIRA, W. da S.; LUCENA, A. M. A. de. **Uso Atual e Quantificação de Áreas Degradadas na Margem do Rio São Francisco no Município Petrolina-PE**. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. Anais XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009.

DATE, C. J.; **Introdução a Sistemas de Banco de Dados**. Tradução de Daniel Vieira. Elsevier, Rio de Janeiro, 896 p., 2003.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Fundamentals of Database Systems**. Addison Wesley, 2006.

EMBRAPA, Arroz e Feijão. **Índices para a quantificação da seca: relatório do ano de 2009**. Santo Antônio de Goiás, 41 p., 2009.

FERREIRA, P. S.; GOMES, V. P.; SANTOS, A. M.; MORAIS, Y. C. B.; MIRANDA, R. Q.; FERREIRA, J. M. S.; GALVÍNCIO, J. D. Análise do cenário de suscetibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú – Estado de Pernambuco. **Scientia Plena**, vol.10, num.10, 2014.

FREITAS, M. A. S. **Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semiáridas**. Revista Tecnologia (UNIFOR), Fortaleza, v. Suplem, p. 84-95, 2005. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Marcos%20Airton%20de%20S.%20Freitas/Um%20Sistema%20de%20suporte%20%C3%A0%20decis%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2015.

FURTADO, D. N. **Serviços de Visualização de Informação Geográfica na Web A publicação do Atlas de Portugal utilizando a especificação Web Map Service**. Dissertação (mestrado em Ciência e Sistema de Informações Geográficas). Universidade Nova de Lisboa, 2006.

GOMES, P.; LOURENÇO, J.; MOURA, J.; STARNINI, R. Desenvolvimento de um Sistema de Informação e Apoio à Gestão Florestal Baseado em Tecnologia Open Source. **Silva Lusitana**, nº Especial: 39 - 55, 2013.

GUIMARÃES, D. P.; PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C. **A Integração Google Earth-SIG-Servidor de Mapas e o Monitoramento Ambiental**. Embrapa Monitoramento por Satélite. Circular Técnica nº183. 2012.

GÜTING, R. An Introduction to Spatial Database Systems. **VLDB Journal**, v. 3, n.4, p. 357-399, 1994.

HUBNER, C. E. OLIVEIRA, F.H. **Gestão da Geoinformação em Implementações Multiusuários**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. COBRAC-2008. Florianópolis: UFSC, 2008. Anais... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 1-10p.

I3GEO. I3geo 5.0 **Manual do Administrador**. 2012. 98 p. Disponível em: <http://www.i3geo.com.br/i3geo/documentacao/manual-admin-i3geo-6_0-pt.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Zoneamento Ecológico-Econômico e Carta temática de Vulnerabilidade Natural**. 2010. Disponível em: <<http://www.zee.ba.gov.br/zee/wp->

content/uploads/2013/10/vulnerabilidade/VulnerabilidadeNaturalDosSolosAEros%C3%A3o.pdf>. Acesso em jul. 2015.

INSA - Instituto Nacional do Semiárido. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro**. Campina Grande, 103 p., 2012.

LIMA, G. M.; DIAS, L. F.; VALE, R. M. C. Mapeamento geomorfológico como subsídio ao estudo da desertificação no norte da Bahia. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.588 – 598, 2012.

LOPES, A. M. **Integração de dados espaciais heterogêneos no domínio hidrológico utilizando Infraestrutura de Dados Espaciais**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Viçosa, 2012.

MacEACHREN, A M; KRAAK, M. J. **Research Challenges in Geovisualization**. In: *Cartography And Geographic Information Science*. Vol. 28, (1), 2001. p.3-12.

MAPSERVER. Open Source Web Mapping. **MapServer 6.0.3 Documentation**. 2012. 933 p. Disponível em: <<http://www.mapserver.org>>. Acesso em: 18 set. 2014

MARTINS, R. G. **Proposta para o Banco de Dados do Projeto WebMaps**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2006.

MATALLO JUNIOR, H. **A Desertificação no Mundo e no Brasil**. In: SCHENKEL, C. S. e MATALLO JR, H (Org). *Desertificação*. Brasília: UNESCO, 1999. 2003.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. **Databases for GIS**. *ACM SIGMOD Record*, v. 23, n.1, p. 107-115, 1994.

MEDEIROS, C. N. de. ARAGÃO, M. C. A. GOMES, D. D. M. **Ceará em Mapas Interativo – sistema de informações geográficas na Internet utilizando software livre**. In: *Anais XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia*, 2010, Aracaju – SE.

MEDEIROS, C. N.; ARAGÃO, M. C. A; GOMES, D. D. M.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Utilização de Software Livre para Disponibilização de Dados Georreferenciados na Internet: Caso do Sistema Ceará em Mapas Interativo. **Revista Brasileira de Cartografia**, Nº 65/1, p. 25-34, 2013.

MIOLA, G. A. R.; SANTANA, F. A.; ZANGIROLAMI, A. A. P.; MIOLA, J. S. Sistema de informação para gestão rural utilizando geoprocessamento. **Revista Brasileira de Cartografia**, N° 65/2, p. 243-252, 2013.

MIRANDA, J. I. **Publicando mapas na Web**: servlets, applets ou cgi? Embrapa Informática Agropecuária, 2003. Disponível em: <<http://www.cnptia.embrapa.br/modules/tinycontent3/content/2003/doc28.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2005.

MOREIRA, S. A. G. **Cartografia Multimídia**: Possibilidade para a Produção de Novos Conhecimentos Geográficos. In: Anais XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia, 2010, Aracaju – SE. Anais

NASCIMENTO, S. S. **Análise Multitemporal do Processo de Desertificação na Sub-bacia Hidrográfica do Alto Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Geografia) UFPB, 2013.

OKIN, G. S.; MURRAY, B.; SCHLESINGER, W. H. **Degradation of Sandy Arid Shrubland Environments**: Observations, Process Modelling, and Management Implications. *Journal of Arid Environments* 47: 123–144. 2001.

PADOVANI, C. R.; FLORES, C. P.; SOUSA, R. A.; LIMA, L. H. Q.; SILVA, J. P. **Implantação de um WebGIS como suporte a decisão sobre eventos hidrológicos no Pantanal**: programas e métodos. Documentos / Embrapa Pantanal, 16 p. 2013.

PAE/BA - **Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Versão validada. Salvador, 2014. 186 p.

PAIXÃO, F. E.; DO VALE, R. M. C.; LOBAO, J. S. B. **Mapeamento de Áreas Susceptíveis à Desertificação no Nordeste da Bahia**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 2009. p. 4195-4200.

PENMAN, H.L. **The Physical Bases of Irrigation Control**. In: Hort. Congr. 2, London, Royal Horticultural Society, 1953, p.913-924. 1110p.

PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P. **Servidores de mapas**: programação para disponibilizar dados geográficos multidisciplinares utilizando tecnologias livres. Embrapa Brasília-DF, 216 p. 2012.

QUEIROZ, G. B.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G. Bancos de Dados Geográficos e Sistemas NoSQL: Onde Estamos e para Onde Vamos. **Revista Brasileira de Cartografia**, N0 65/3, p. 479-492, 2013

RHODES, S. L. **Rethinking Desertification**: What Do We Know and What Have We Learned? *World Development*, Vol. 19, No. 9, pp. 1137-1143, 1991.

RICHÉ, G. R.; SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A. **Zoneamento das áreas em processo de degradação ambiental no trópico semiárido do Brasil**. Projeto Áridas, Secretaria do Planejamento da Presidência da República, SEPLAN, PR. (GT1 Recursos Naturais e Meio Ambiente, v. 12. Condições do Uso e perspectiva de Usos Sustentável dos Geoambientes do Semiárido), 1994.

RIGAUX, P.; SCHOLL, M.; VOISARD, A. **Spatial Databases with Application to GIS**. San Francisco. Morgan Kaufmann, 2002.

RODRIGUES, V. **Desertificação**: Problemas e Soluções. 137-164p. In Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. (Editores: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JR., R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C.) – Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. 406p.

RUBIO, J. L. AND BOCHET, E. **Desertification Indicators as Diagnosis Criteria for Desertification Risk Assessment in Europe**. *Journal of Arid Environments* 39: 113–120. 1998.

SÁ, I. B. e SÁ, I. I. S. **Desertificação de Áreas Agrícolas no Semiárido brasileiro**. IN: Anais do I Simpósio sobre plantas daninhas no Semiárido. UFERSA. Mossoró-RN, 2007.

SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A.; RICHÉ, G. R.; **Degradação Ambiental e Reabilitação Natural no Trópico Semiárido brasileiro**. In: Conferência Nacional e Seminário Latino Americano da Desertificação, 1994, Fortaleza, CE. Anais. Brasília. DF: SEPLAN, 1994.

SÁ, I. B. et al. **Mapeamento e caracterização da cobertura vegetal Bacia Hidrográfica do São Francisco**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009. p. 6305-6312.

SBC - Sociedade Brasileira de Computação. **3º Seminário dos Grandes Desafios em Computação**. Relatório elaborado por SALGADO, A. C. Diretora de Planejamento e Programas Especiais da SBC. São Paulo - SP, 15 e 16 abr., 2013

SANTANA, S. A. **Modelagem de comunicação em WebGis para a difusão de dados geográficos e promoção da análise espacial**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Belo Horizonte: UFMG, 2009.

SANTOS, A. M. & GALVÍNIO, J. D. **Mudanças Climáticas e Cenários de Susceptibilidade Ambiental à Desertificação em Municípios do Estado de Pernambuco**. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.5, n.13, p. 66-83, jun. 2013.

SHEKHAR, S.; CHAWLA, S. **Spatial Databases: A Tour**. New York: Prentice-Hall, 2002.

SIG-BA, 2002. **Sistema de Informações Gerenciais do Estado da Bahia**. Disponível em <<http://www.sigbahia.ba.gov.br/>>. Acesso em 20 mar. 2015.

SILVA, C. N. O Webgis como Ferramenta no Processo de Ensino-Aprendizagem de Geografia e Cartografia. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 02, n. 2, p. 19 - 32, 2013.

SILVA NETO, M. A.; SANTOS, R. O.; SATO, F.; BENETI, C. A. A.; SCHEER, S. **Sistema de visualização web para previsão, monitoramento em tempo real e análise histórica de dados meteorológicos**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, p. 004-0010, 06-09 de mai. 2012.

SOUZA, B. I.; SILANS, A. M. B. P.; SANTOS, J. B. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.8, n.2/3, p.292-298, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662004000200019> Acesso em: 20 mar. 2015.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e Desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, jan./abr. 2015.

SVOB, S.; ARROYO-MORA, J. P.; KALACSKA, M. The development of a forestry geodatabase for natural forest management plans in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. n° 327, 240–250, 2014.

TABARELLI, M. F.; VICENTE, A. **Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas**, p. 101-12 In: Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias (SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. F.; LINS, L. V.). MMA, Brasília, DF. 2003.

THORNTHWAITE, C.W. **Atlas of climatic types in the United States**. Mixed Publication, 421, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1941. 250p. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental.

UNCCD. 1995. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**.

UNEP. **Status of desertification and implementation of the United Nations plan of action to combat desertification**. Nairóbi, UNEP, 1991.

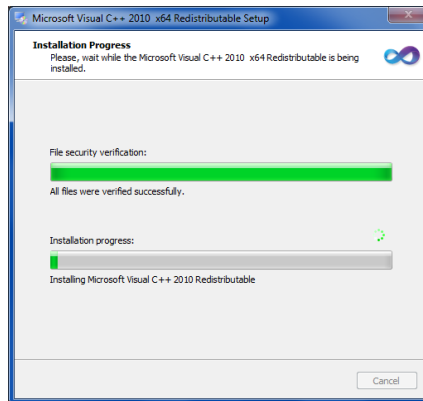
UNITED NATIONS, 1994. **Convenção Internacional para o Combate à Desertificação nos países que sofrem seca e/ou desertificação particularmente na África**. Brasília, MMA 1997. 78 p.

VALLIN, M. M. **Uso de softwares livres para o desenvolvimento de Sig web de acessibilidade a atrativos turísticos: Estudo de caso da cidade de campinas – SP**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil). UNICAMP, 2009.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife: FADURPE/UFRPE, 2002.

APÊNDICE I - Instalação do PostgreSQL+PostGIS

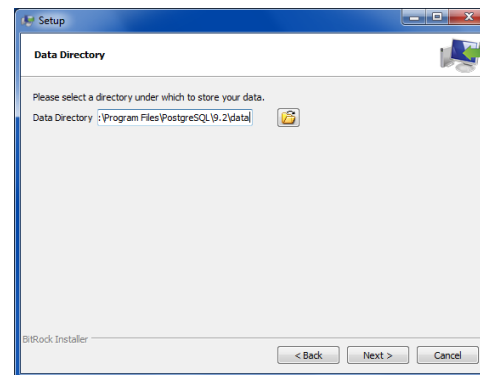
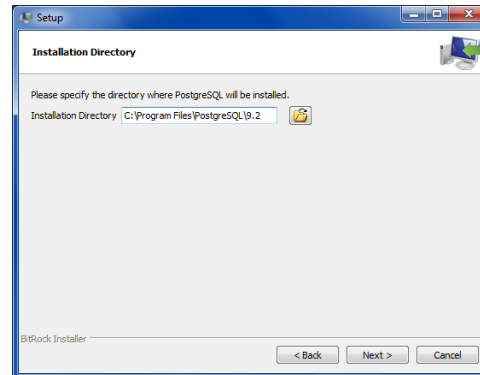
1. Ao executar o arquivo de instalação do PostgreSQL, será exibida rapidamente a imagem abaixo. Aguarde que ela desaparecerá automaticamente.



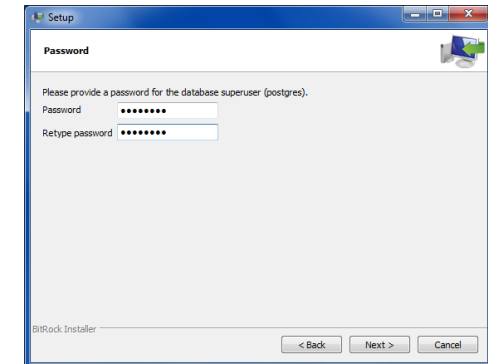
2. Na janela aberta a seguir, clique em **Next >**



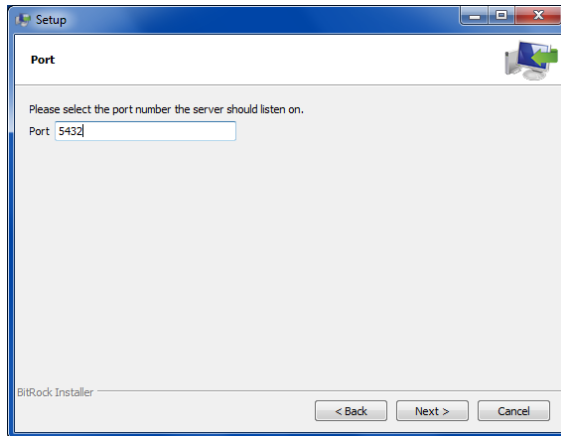
3. Nas próximas janelas clique novamente em **Next >** sem alterar nada.



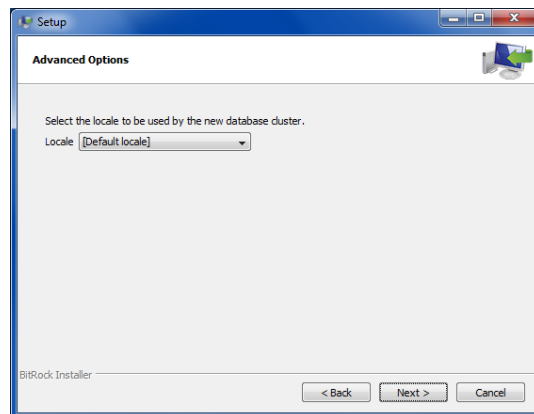
4. Defina uma senha. Repita a senha:



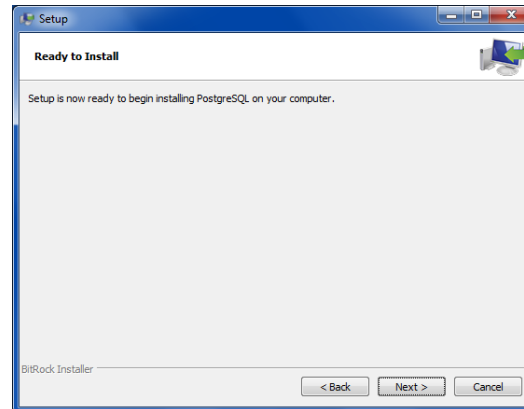
5. A porta 5432 é padrão do PostgreSQL, não altere! Clique em **Next >**



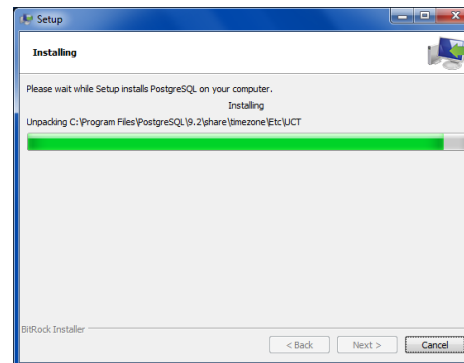
6. Clique em **Next >**



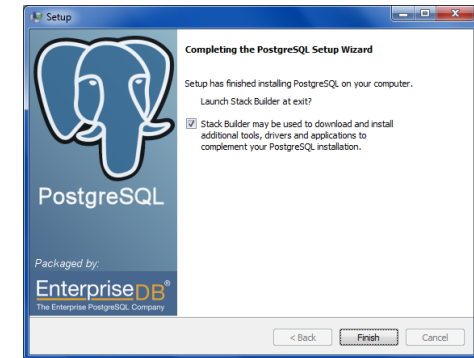
7. Clique em **Next >**



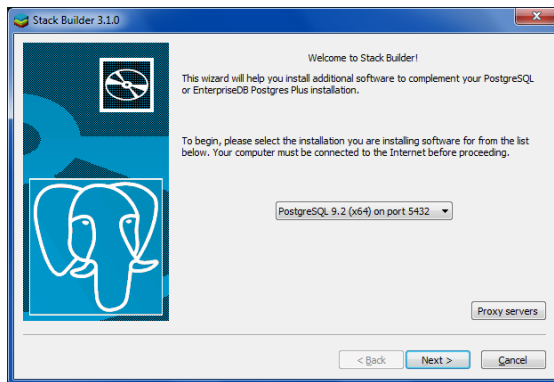
8. Aguarde a instalação.



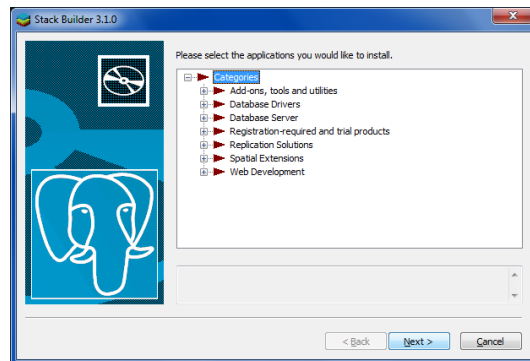
9. Deixe a opção mostrada na imagem abaixo marcada. Clique em **Finish**.



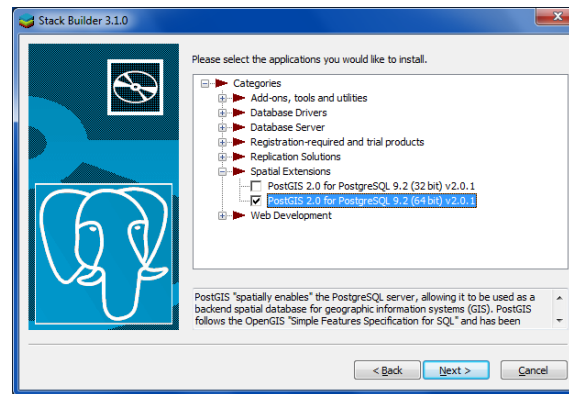
10. Na janela que será aberta a seguir, clique na seta e escolha a opção **PostgreSQL 9.2 (x64)** on port **5432** e clique em **Next >** / OBS: Se seu sistema é 32 bits escolha a opção **PostgreSQL 9.2 (x32)** on port **5432**.



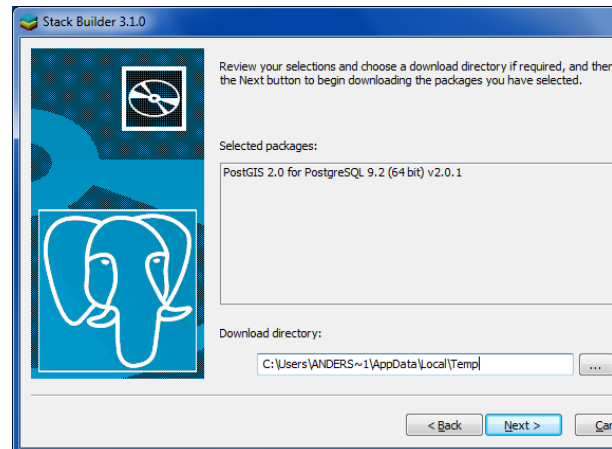
11. Navegue até a opção **Spatial Extensions**.



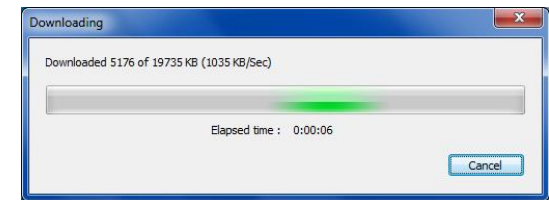
11.1 Escolha a versão do PostGIS adequada para seu sistema operacional (32 ou 64 bits). Depois, clique em **Next >**



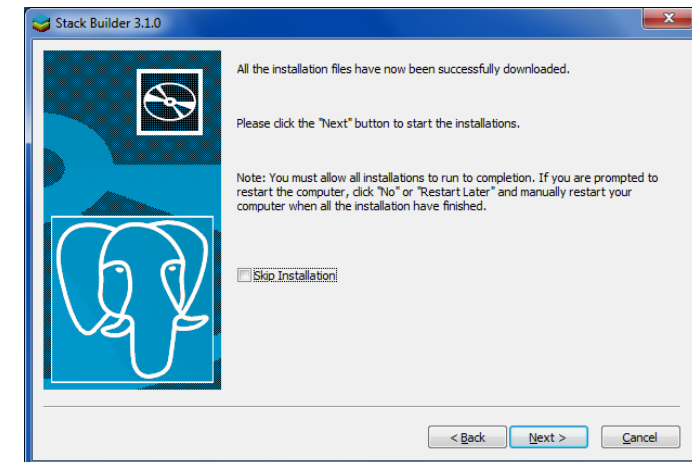
12. Clique em **Next >**



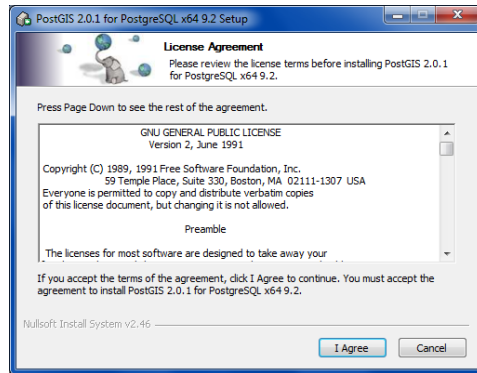
13. Aguarde o download da instalação do PostGIS.



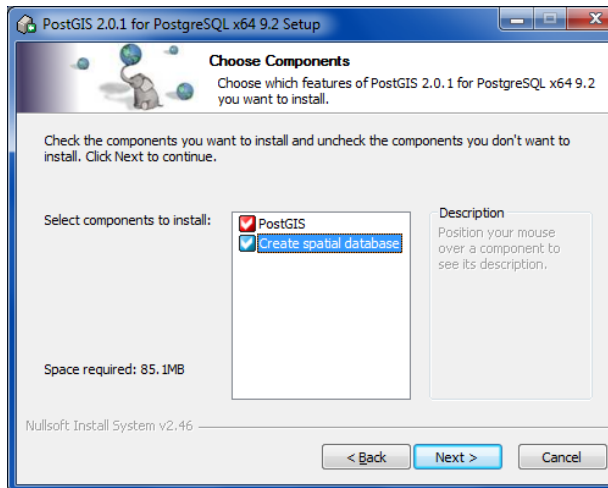
14. Clique em **Next >**



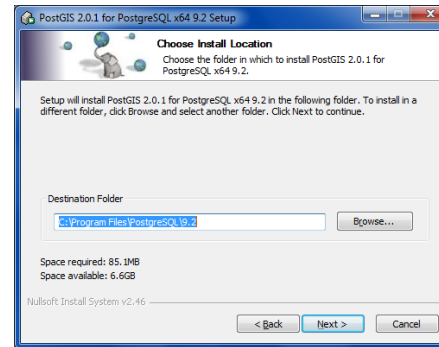
15. Clique em **I Agree >**



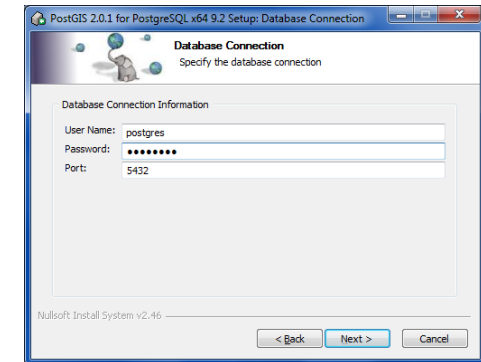
16. Marque a opção **Create Spatial Database** e clique em **Next >**



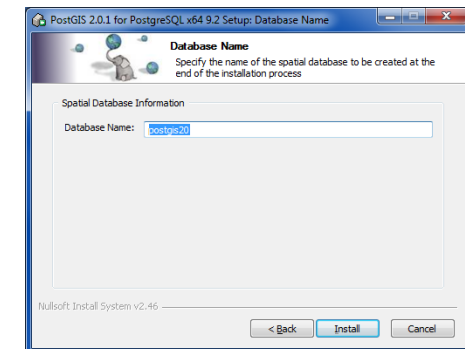
17. Clique em **Next >**



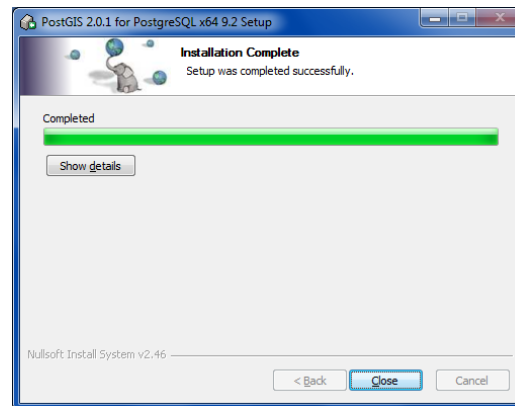
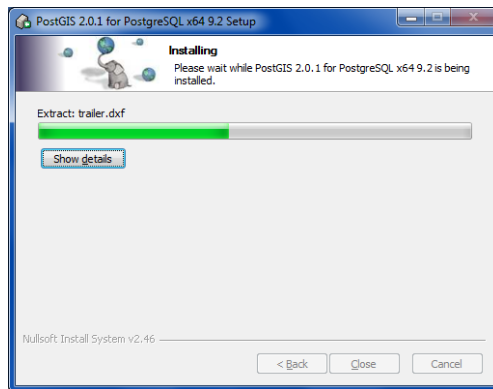
18. Informe um nome para usuário e senha. DICA: Utilize o usuário **postgres** (padrão do sistema) e a mesma senha anteriormente cadastrada, serve para não ter aborrecimentos futuros. Clique em **Next >**



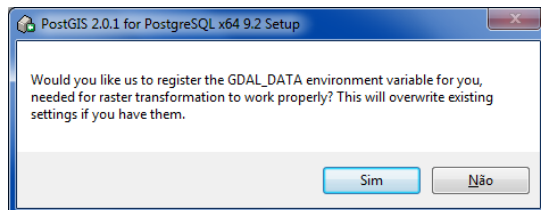
19. Clique em **Install**.



20. Aguarde a instalação.



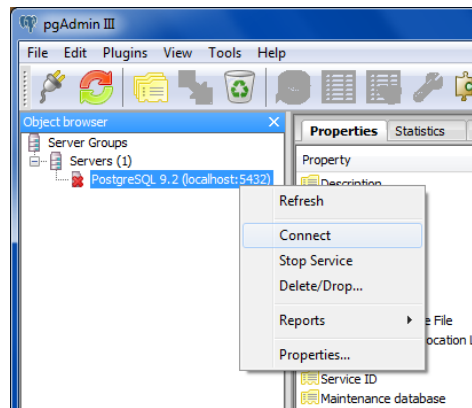
21. Clique em **Sim**, caso surjam algumas mensagens.



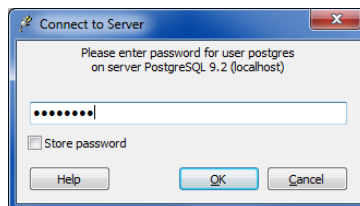
22. Ao fim do processo feche todas as janelas.

APÊNDICE II - Criação do Banco de Dados través do pgAdmin III

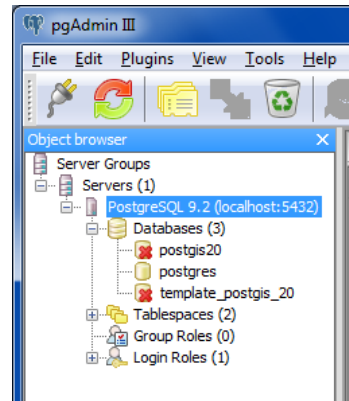
1. Abra o **pgAdmin III**. Clique com o botão direito sobre o nome do Server e escolha a opção **Connect**.



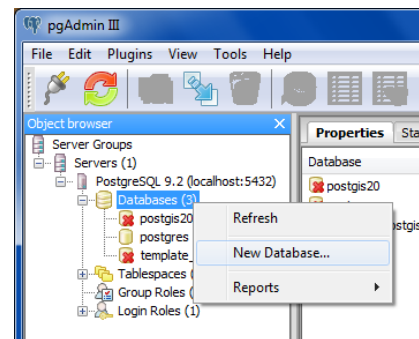
2. Informe a senha definida nas etapas da criação do Banco de dados.



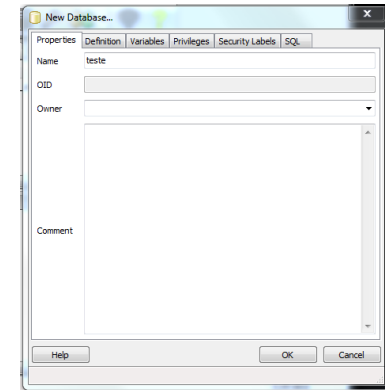
3. A imagem abaixo mostra a árvore padrão dos bancos de dados.



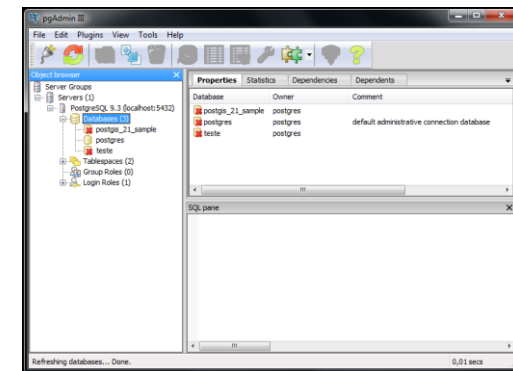
4. Clique com o botão direito sobre **Databases** e escolha **New Databases...**



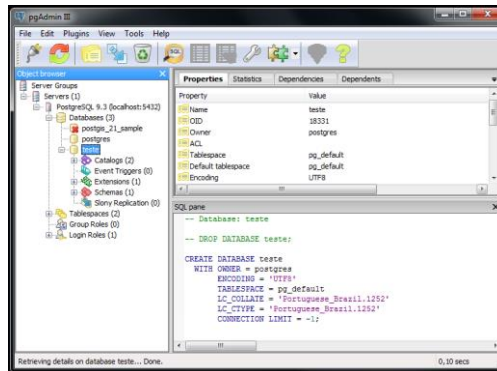
5. Na primeira aba, informe apenas o campo Name e aperte OK.



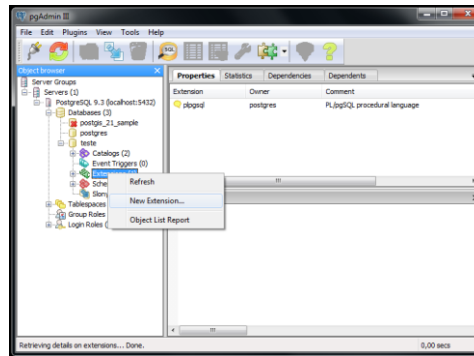
6. O banco de dados será criado.



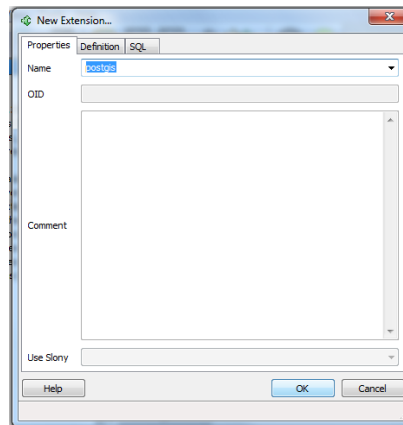
7. Clique duas vezes sobre o banco de dados criado para abrir o conteúdo



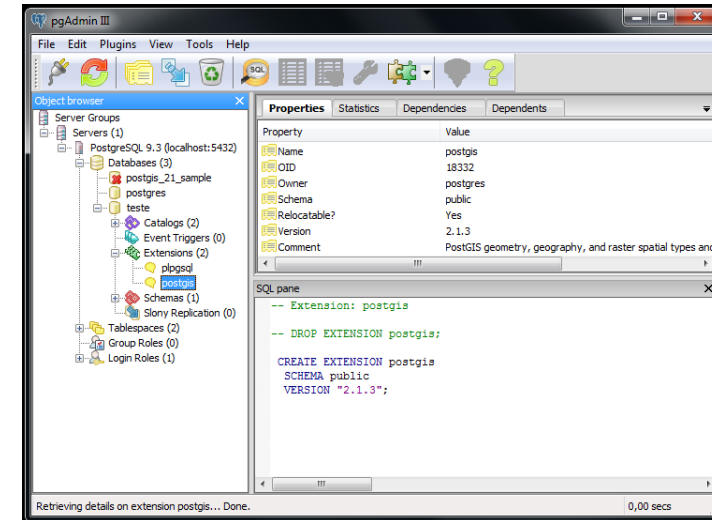
8. Em seguida criar uma extensão espacial, caso contrário possivelmente dará erro na utilização do novo banco, clique com o botão direito sobre “extensions” em seguida new extension.



9. Em name você selecionara na lista “postgis” e então OK.

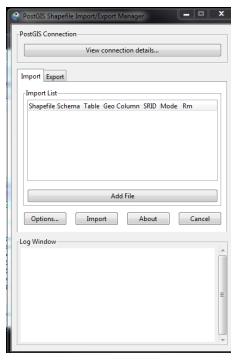
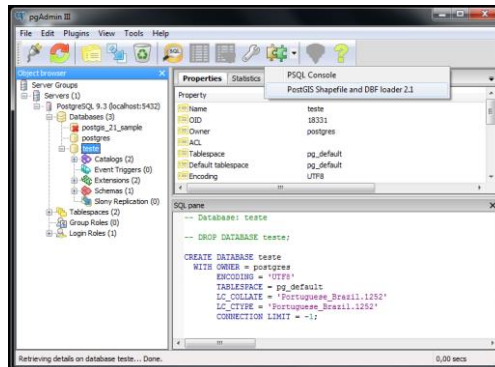


10. O resultado será o Banco de Dados criado

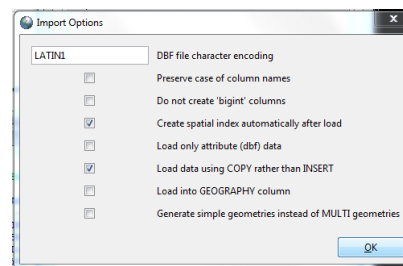
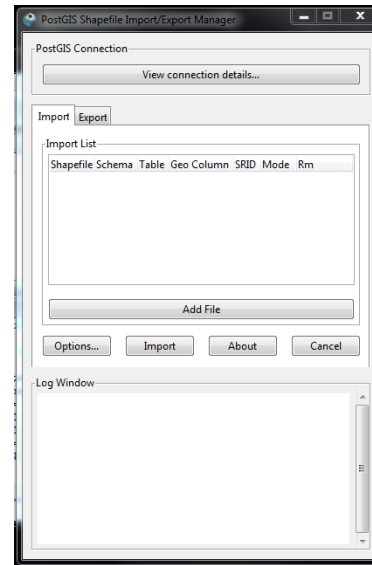


APÊNDICE III - Importação de Arquivos em Formato “Shapefile”

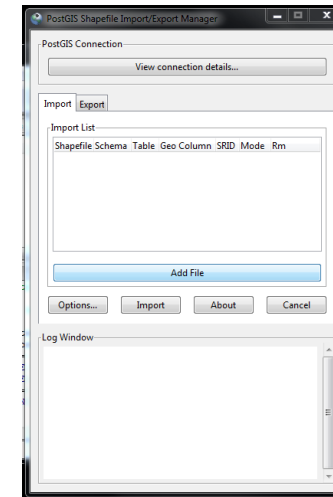
1. Essa etapa é feita através do acesso à ferramenta “POstGIS Shapefile and DBF Loader” apresentada na imagem abaixo



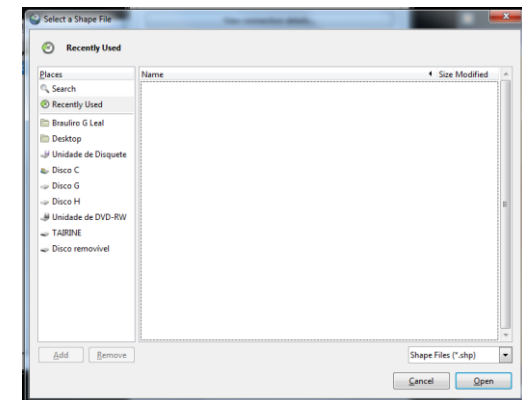
2. Modificar codificação para LATIN1 – options – digite LATIN1 e OK



3. Add file

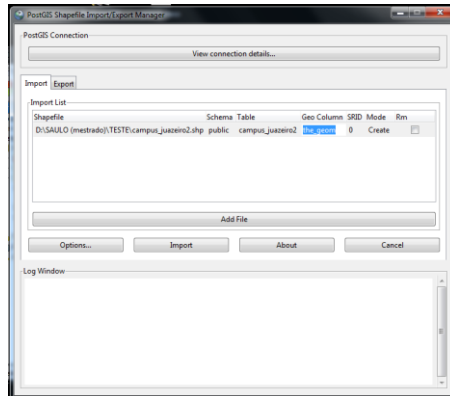


4. Localize sua base de dados (arquivos shapfile) - open

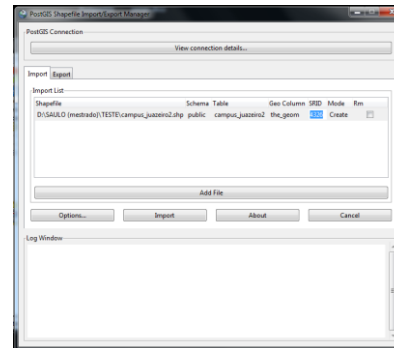


Atenção a essa parte – antes de “add file” é necessário uma pré configuração

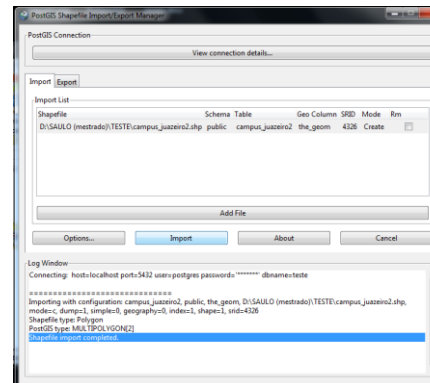
5. Renomear coluna da geometria editar para the_geom



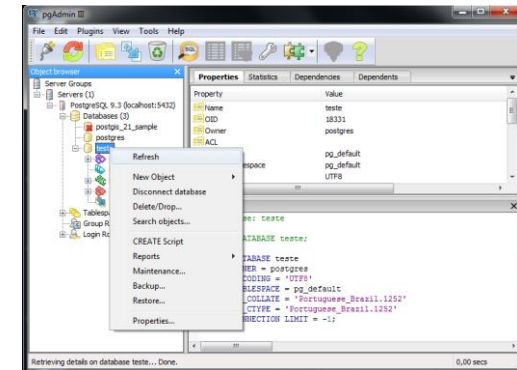
6. SRID (Sistema de referência do shapfile), no exemplo utilizamos o código EPSG: 4326 que se refere ao Sistema de Coordenadas Geográficas, no DATUM WGS1984. Pois os shapes utilizados estavam em tal sistema.



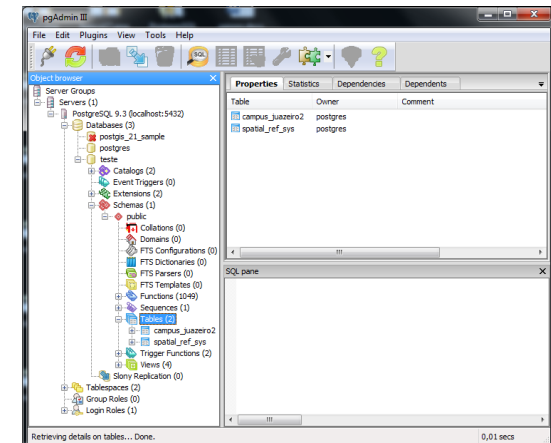
7. Import. – aparecerá uma mensagem de sucesso e pode fechar a janela.



8. Atualize o seu banco de dados, botão direito sobre o banco criado e refresh



9. Acessar o item “Schemas” – “public” – “tables” para visualizar a tabela de atributos do shape importado



10. Finalizando você poderá acessar a tabela de atributos através do banco criado, basta clicar na figura apresentada.

