



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE AGRONOMIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CAMPUS POMBAL

UFCG / BIBLIOTECA

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E FÍSICO-HÍDRICA DE ÁREAS
IRRIGADAS NO BAIXO PIANCÓ, POMBAL-PB

Orientado: José Wilson da Silva Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

CO-Orientadora: Prof^a. Dr^a Caciana Cavalcanti Costa

DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG

POMBAL-PARAIBA-BRASIL

2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE AGRONOMIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CAMPUS POMBAL

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E FÍSICO-HÍDRICA DE ÁREAS
IRRIGADAS NO BAIXO PIANCÓ, POMBAL-PB

Trabalho de conclusão de curso a ser apresentado a coordenação do curso de Agronomia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências, para obtenção do título de Bacharelado em Agronomia.

Orientado: José Wilson da Silva Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

CO-Orientadora: Prof^a. Dr^a Caciana Cavalcanti Costa

POMBAL-PARAIBA-BRASIL

2010



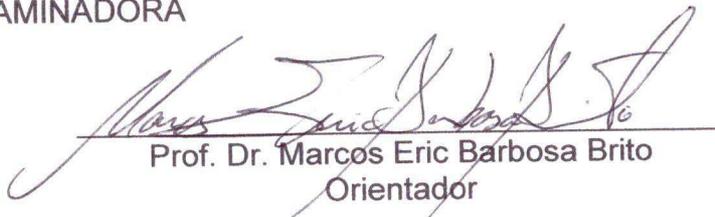
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE AGRONOMIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CAMPUS POMBAL

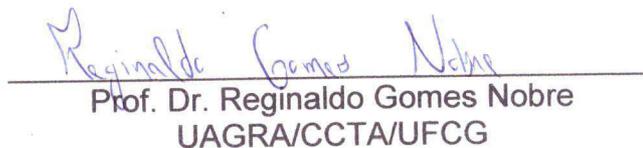
JOSÉ WILSON DA SILVA BARBOSA

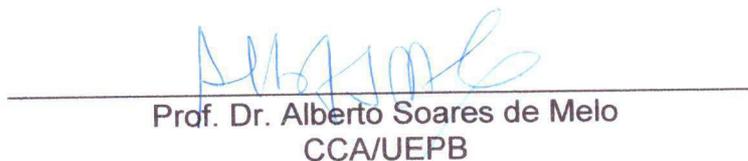
CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E FÍSICO-HÍDRICA DE ÁREAS
IRRIGADAS NO BAIXO PIANCÓ, POMBAL-PB

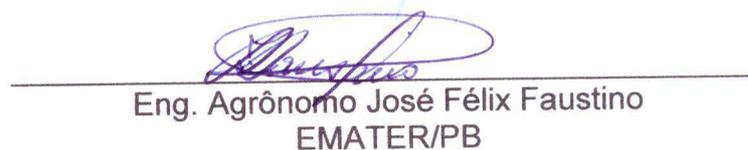
APROVADO EM 15/07/2010

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
Orientador


Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre
UAGRA/CCTA/UFCEG


Prof. Dr. Alberto Soares de Melo
CCA/UEPB


Eng. Agrônomo José Félix Faustino
EMATER/PB

AGRADECIMENTOS

A, Deus, por ter me dado perseverança e força para trilhar meus caminhos e vencer os obstáculos.

Aos meus pais, Francisco Barbosa de Almeida e Maria das Neves da Silva Barbosa pelo apoio sólido indispensável na minha formação.

Ao meu irmão Ademir pelo amparo nas horas difíceis.

Aos meus tios Vicente Rodrigues, Antonio Rodrigues de Sousa Neto, José Alves da Silva (Almeidinha), Maria Ferreira de Sousa (Nininha), Maria de Lourdes Almeida, Maria Graciete de Almeida, Josefa Almeida Sá (Sônia).

Aos familiares, Júlio Marcos, Fernandes, Tereza e Francisca por torcerem por mim durante a minha jornada.

À Caciana Cavalcanti Costa, pelo companheirismo e incentivo dado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito pelos ensinamentos.

À comissão examinadora, José Félix Faustino, Alberto Soares de Melo e Reginaldo Gomes Nobre, por terem aceitado participar da avaliação do trabalho e pelas sugestões dadas.

À EMATER por favorecer condições para que eu concluísse os meus estudos.

Aos funcionários, professores e colegas, com quem convivi na FAP e/ou na UFCG e que direta ou indiretamente contribuíram para este momento.

MEU MUITO OBRIGADO!

DEDICO

Aos meus avôs, Francisco Alves da Silva (Sula), Amélia Almeida da Silva, José Rodrigues de Sousa, Olivia Barbosa de Sousa, (*In memorian*)

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivos específicos.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. Irrigação no semiárido.....	5
3.2. Importância da caracterização de áreas de exploração agrícola.....	7
3.3. Interferências dos sistemas agrícolas sobre as características do solo.....	8
3.4. Características físico hídricas do solo.....	9
4. MATERIAL E METODOS.....	11
4.1 Local.....	11
4.2. Caracterização dos sistemas produtivos.....	11
4.3. Características dos sistemas de produção.....	12
4.4. Georreferenciamento das áreas.....	13
4.5. Caracterização físico hídrica do solo.....	15
4.5. Análise dos dados.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5.1. Características dos sistemas de produção e perfil socioeconômico dos agricultores.....	18
5.2. Características físico hídricas do solo.....	25
6. CONCLUSÕES.....	29
7. ECOMENDAÇÕES.....	30
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO SOCIO ECONÔMICA E FÍSICO-HÍDRICA DE ÁREAS IRRIGADAS NO BAIXO PIANCÓ, POMBAL-PB

Embora o Brasil ocupe uma posição privilegiada em relação disponibilidade hídrica, esta é mal distribuída, sendo a região semiárida carente deste recurso, observando-se no uso da irrigação, uma das formas de manter a produção na região, contudo, deve-se levar em consideração o uso sustentável da água, por ser este um bem limitado. Diante disso, objetivou-se, por meio deste, caracterizar as áreas irrigadas situadas na Bacia Hidrográfica do Piancó, trecho Pombal, quanto aos sistemas de irrigação, produção agrícola e solos, para tanto, foi realizado um levantamento nas áreas compreendidas entre as coordenadas 6° 57' 37,53" a 6° 48' 14.49" S e 37° 55' 17,15" a 37° 49' 10,31" O, levantando-se as características sociais dos agricultores/irrigantes, as características dos sistemas de produção, ambos com uso de questionário, além do levantamento de algumas características físico-hídricas, como porosidade e velocidade de infiltração básica do solo. Podendo-se verificar baixo índice de escolaridades dos agricultores; um grau de tecnologia usado na irrigação é médio, porém os agricultores são pouco capacitados; o principal método de irrigação usado é o convencional, com maior participação do sistema de irrigação por aspersão com uso do canhão hidráulico e a velocidade de infiltração dos solos pode ser classificada como média. Recomendando-se promover capacitação dos agricultores em irrigação, conscientizando-os sobre a preservação do meio ambiente e o uso eficiente da água, sendo interessante que novos projetos de irrigação contemplem o método de irrigação localizado, permitindo maior eficiência na aplicação além de menor impacto ambiental, por promover menor risco de erosão ao solo.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, sistemas de produção, socioeconômico

ABSTRACT

SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF IRRIGATED AREAS IN THE LOW PIANCÓ, POMBAL-PB.

Although Brazil occupies a privileged position in relation to water availability, this resource is badly distributed, being the devoid half-barren region of this resource, observing itself in the use of the irrigation, one of the forms to keep the production in the region, however, must be taken in consideration the sustainable use of the water, for being this an limited good. Ahead of this, it was objectified, with this work, to characterize the areas irrigated situated in PiancÓ River, stretch Pombal, how much to the systems of irrigation, agricultural production and ground, for in such a way, was carried through a survey in the areas understood between ' coordinates 6° 57' 37.53" to 6° 48' 14.49" S e 37° 55' 17,15" a 37° 49' 10,31" W, arising the social characteristics of the irrigates farmers, the characteristics of the production systems, both with questionnaire use, beyond the survey of some characteristics physicist-hydra, as porosity and speed of infiltration basic of the ground. Being able itself to verify low index of study of the farmers; a used degree of technology in the irrigation is average, however the agriculturists little are enabled; the main method of used irrigation is the conventional, with bigger participation of the system of irrigation for aspersion with use of the hydraulically cannon and the speed of infiltration of ground can be classified as average. Sending regards to promote qualification of the agriculturists in irrigation, acquiring knowledge them on the preservation of the environment and the efficient use of the water, being interesting that new projects of irrigation contemplate the method of located irrigation, allowing bigger efficiency in the application beyond lesser ambient impact, for promoting minor risk of erosion to the ground.

Key words: Hydrographical basin, systems of production, socioeconomic

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 12% da água doce disponível no mundo, ocupando uma posição privilegiada em relação aos demais países, havendo no entanto, concentração do manancial, ocorrendo em torno de 64% na Região Norte, enquanto as regiões mais habitadas como o Sudeste e o Nordeste dispõem apenas de 6% e 3%, respectivamente (CABRAL, 2008).

Embora, ostentando esta posição extraordinária perante a maioria dos países, o Brasil permaneceu por muito tempo sem dar a devida importância ao uso e à preservação de seus recursos hídricos (LIMA et al., 1999).

Essencial a vida, a água é o elemento necessário às diversas atividades humanas, por ser usada nos setores domésticos, industrial e agrícola, contribuindo assim com o desenvolvimento econômico e social da população. Outro fato a se destacar é que a água constitui um componente fundamental da paisagem e do meio ambiente (MENDONÇA, 2010).

Deve-se, no entanto, diferenciar “água” de “recurso hídrico”, pois existem diferenças entre as duas expressões. De acordo com Pompeu (2002) “água” é o elemento natural descomprometido com qualquer uso ou utilização. É o gênero, “Recurso hídrico” é a água que possui um valor econômico, passível de utilização com tal fim. Sendo assim, a principal diferença que se salienta entre os dois vocábulos consiste em ter ou não valor econômico. Enquanto a água é desprovida de qualquer valor monetário, o recurso hídrico possui um valor no mercado de consumo (SANTOS, 2006).

A quantidade de água existente na natureza é finita e sua disponibilidade diminui gradativamente devido ao crescimento populacional, à expansão das fronteiras agrícolas e à degradação do meio ambiente (LIMA et al., 1999). Assim, o uso consultivo da água deve ser racional e sustentável, procurando técnicas que permitam obter rendimentos economicamente viáveis com menores gastos. Neste sentido tem-se que o maior uso da água na agricultura esta relacionada à irrigação, sendo esta técnica relacionada à aplicação de água às culturas por meio de métodos e equipamentos garantindo o melhor crescimento/desenvolvimento das culturas.

De acordo com Heinze (2003), o Brasil tem um potencial de irrigação de 52 milhões de hectares, mas atualmente a área irrigada atinge 3,0 milhões de hectares, sendo 1,4 milhões de hectares com irrigação à pressão e 1,6 milhões de hectares com irrigação por superfície. No Nordeste a área irrigada é de 495.370 ha e a área potencial de irrigação é de 2.717.820 ha. Tem-se desenvolvido apenas 18,2% da área potencial. A maior concentração de área irrigada está nos Estados da Bahia (33,95%), Pernambuco (17,97%) e Ceará (16,63%).

O Brasil possui uma estimativa de 16.100.000 ha com potencial para o uso de irrigação em terras altas, sendo que, atualmente, estão sendo explorados aproximadamente 2.870.000 ha. Estima-se que a irrigação desvia para seu uso em torno de 33.777.297.000 m³ ano⁻¹ de água (LIMA et al., 1999).

Desta forma, pode-se notar que a agricultura irrigada é a atividade humana que demanda maior quantidade total de água doce (FORGIARINI et al., 2007). Em termos mundiais, estima-se que esse uso responda por cerca de 80% das derivações de água; no Brasil, esse valor supera os 60% (GRAZIANO, 1998; FORGIARINI et al., 2007). A irrigação é exigente em termos de qualidade da água e, nos casos de grandes projetos, implica em obras de regularização de vazões, ou seja, barragens, que interferem no regime fluvial dos cursos d'água e sobre o meio ambiente.

Os impactos ambientais causados pelo mau uso da irrigação são: modificação do meio ambiente, consumo exagerado da disponibilidade hídrica da região, contaminação dos recursos hídricos, salinização do solo nas regiões áridas e semiáridas, como também problemas de saúde pública.

Por outro lado, observa-se que a irrigação tem um papel importante na agricultura do semiárido nordestino, garantindo à atividade agropecuária e a sustentabilidade econômica dos municípios que lá se localizam, minimizando o risco representado pela precipitação, em quantidade limitada e distribuída em um pequeno período do ano. Para tanto é preciso desenvolver atividades que gerem maiores rendas com o menor custo e uso racional da água. Além da necessidade de capacitar os profissionais que trabalham com irrigação, como os produtores rurais; usar métodos e sistemas de irrigação mais eficientes voltados para atividade, garantindo, principalmente um menor risco quanto à salinidade do solo, erosões e impactos ambientais.

O manejo racional da irrigação demanda estudos que considerem os aspectos sociais, econômicos, técnicos e ecológicos da região. Devem-se aglomerar esforços no sentido de obter dados confiáveis, que permitam quantificar com precisão a magnitude do impacto ambiental ocasionado pela irrigação. Tal procedimento possibilitará um crescimento saudável da irrigação no Brasil, evitando, assim, um crescimento baseado exclusivamente em benefícios financeiros, nos quais não consideram os problemas relacionados ao meio ambiente (LIMA et al., 1999). Uma vez que interesses particulares podem gerar conflitos entre o uso dos recursos hídricos. Podemos citar como exemplo a bacia do São Francisco, onde se tem mostrado uma preocupação quanto à disponibilidade da água do Rio; no Sudeste pela a utilização das águas dos rios Paraíba do Sul, Piracicaba e Capivari; e no Sul, a enorme demanda de água de irrigação usada nos arrozais (LIMA et al., 1999).

No Nordeste brasileiro, tal preocupação torna-se mais evidente, devido à alta evapotranspiração ocorrente na região e os índices pluviométricos limitados em quantidade e concentrados em alguns meses do ano. Deste modo, o uso de tecnologias de contenção de água para regularização de rios, bem como o uso de plantas tolerantes ao estresse hídrico e o uso de sistemas de irrigação mais eficientes são de grande valia.

Diante do exposto, pode-se relacionar a bacia hidrográfica do Rio Piancó, localizada dentro da bacia hidrográfica do Rio Piranhas. Nesta, em 1957, foi realizada uma obra no município de Coremas-PB, visando represar água, regularizando, assim, a vazão do Rio Piancó, e garantindo o abastecimento de água na região. Este processo também possibilitou o uso de irrigação nas áreas próximas ao leito do Rio, contudo, o uso desta tecnologia tem sido realizado com limitado acompanhamento técnico o que tende a ocasionar problemas ambientais e baixa sustentabilidade do processo, sendo imprescindível realizar o diagnóstico das áreas, identificando os principais sistemas e realizando a caracterização físico-hídrica dos solos, podendo-se, deste modo, propor métodos e sistemas de irrigação mais eficientes, garantindo a sustentabilidade econômica, social e ambiental da região.

2. OBJETIVO GERAL

Caracterizar as áreas irrigadas situadas na Bacia Hidrográfica do Piancó, trecho Pombal, quanto aos sistemas de irrigação, sistemas de cultivos e perfil sócio-econômico dos agricultores.

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar e caracterizar os principais sistemas de irrigação usados na região;

Verificar o perfil sócio-econômico de famílias irrigantes;

Diagnosticar as características produtivas tais como: principais culturas implantadas, e sistema de irrigação;

Realizar a caracterização físico-hídrica dos solos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Irrigação no Semiárido

No Semiárido brasileiro, os riscos de perdas na agricultura de sequeiro, são decorrentes da freqüente ocorrência de veranicos, com alto grau de variabilidade espacial e temporal (SILVA DIAS, 2001). O clima predominante na região semiárida nordestina é do tipo BSh, conforme a classificação de Köppen, ou seja, tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, com estação úmida curta de verão-outono ou outonal. A região possui uma precipitação média de 500 a 800 mm anuais com período chuvoso concentrado em três a quatro meses, com balanço hídrico negativo na maioria dos meses do ano e temperaturas médias em torno de 28°C, sem significativas variações estacionais (MESQUITA et al., 1998).

Assim, o uso da irrigação torna-se uma alternativa para garantia de produção de frutas, hortaliças e forragens durante o período de estiagem. Para viabilização do uso da água na irrigação, faz-se necessário a introdução de tecnologias de armazenamento de água, como a construção de açudes, perfuração de poços, barragens e regularização de vazões de rios.

Tal fato ocorreu na bacia hidrográfica do Rio Piancó, localizada na Bacia do Rio Piranhas, resultado da construção do “Açude Coremas/Mãe d’água”, considerado o maior reservatório de água do Estado da Paraíba, e estando entre os maiores do Nordeste; ressalta-se, no entanto, que as “cheias” ocorre em um pequeno período do ano estando submissa aos anos de precipitações consideráveis. Desta forma o uso eficiente da água é a alternativa para garantir a sustentabilidade da irrigação na região.

Quando tratamos de eficiência da água, nota-se uma relação íntima com os métodos de irrigação usados; dentre estes, pode-se destacar três (convencional localizado e superfície).

O convencional consiste na simulação de chuva, podendo ser: baixo, médio ou alto, conforme potência e vazão necessárias ao funcionamento do sistema de irrigação. Neste método, a eficiência de irrigação aceitável está em torno de 80%; quando mal manejada pode ocasionar distúrbios no cultivo, por facilitar o início do

processo de erosão (Figura 1) e, neste sentido, resultar na perda de nutrientes e água para a planta.



Figura 1. Margens do Rio Piancó, propriedade do Sr. Miguel de Zé Pequeno, Pombal, PB, 2010

O método de irrigação localizada (Figura 2) preconiza a aplicação de água no local de maior concentração das raízes (BERNARDO, 2006), garantindo suprir as necessidades hídricas da cultura e reduzindo a aplicação de água quando comparada a irrigação convencional. Um dos fatos que se deve considerar no uso deste método, é a possibilidade de ocorrência de salinização do solo, porém, podem-se adotar técnicas que garantam a sobrevivência das culturas implantadas, a exemplo de contabilizar o volume de água a ser aplicado e a fração de lixiviação (AYERS e WESTCOT, 1999).



Figura 2. Sistema de irrigação por gotejamento em área cultivo de milho, UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

A irrigação superficial (Figura 3) é o método mais usado em todo o mundo, está baseado no deslocamento da água via superfície do solo (BERNARDO et al., 2006). No manejo da irrigação superficial, devem-se contabilizar perdas para garantia do suprimento hídrico de toda a área de cultivo (perdas por percolação e por escoamento superficial), responsáveis por menores custos e redução na eficiência do uso da água.



Figura 3. Sistema de irrigação por superfície na Propriedade do Sr. Leci,. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Deve-se considerar que o manejo da irrigação, também pode interferir em outras características físico-hídricas do solo, sendo imprescindível a escolha correta e o manejo adequado dos sistemas de irrigação.

3.2. Importância da caracterização de áreas de exploração agrícola

Entende-se por sistema agrícola a utilização de uma determinada área, com diversas culturas em sucessão, intercalando-se ou não, espécies destinadas apenas ao fornecimento de material orgânico e com diferentes formas de manejo de solos (SILVA e SILVEIRA, 2002).

O conhecimento das propriedades físico-hídrica do solo e das práticas de manejo é essencial para que as culturas possam expressar o seu rendimento potencial, possibilitando correto dimensionamento dos sistemas de irrigação e drenagem e a exploração mais tecnicada e racional dos recursos do solo e da água. Com esses fins Queiroz et al. (2002) realizaram um levantamento em

Barbalha-CE, onde foram coletadas trinta amostras de solo nas profundidades de 0-30 e 30-60 cm, onde verificaram que os solos amostrados apresentaram-se no limite máximo da normalidade indicado para o uso do solo, devendo ter uma maior preocupação com o seu manejo para evitar sua compactação. Em seus estudos, os autores informam que a disponibilidade de água nos solos variou entre $0,28 \text{ mm cm}^{-1}$ a $2,23 \text{ mm cm}^{-1}$ dependendo da diferença da capacidade de campo, e o ponto de murcha do solo, além da densidade aparente do solo, que variou de 1,55 a 1,60 kg dm^{-3} e de outros fatores como a textura.

Fonsêca et al. (2007) estudando o uso das propriedades físico-hídricas do solo na identificação de camadas adensadas nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe-SE, observaram a presença de camadas subsuperficiais no solo; os autores constataram ainda, que os atributos físicos determinados (densidade, porosidade, retenção da água e condutividade capilar) foram adequados à identificação e caracterização do caráter coeso da camada quando presente no perfil do solo.

3.3. Interferências dos sistemas agrícolas sobre as características do solo

O enfoque dado aos sistemas agrícolas tem aumentado nos últimos anos, buscando maximizar o uso da terra e o rendimento das culturas, para atender a demanda crescente por alimentos (SILVA e SILVEIRA, 2002). A capacidade do solo para produzir alimentos e fibras, depende do suprimento de nutrientes e das relações do sistema solo-água e solo-ar, que torna possível uma utilização mais eficiente dos elementos químicos disponíveis para a planta, além de outros aspectos ligados à física e a bioquímica do ambiente.

Neste sentido, Côrrea et al. (2010) avaliando os atributos físicos do solo de um perímetro irrigado do semiárido do Nordeste brasileiro, constataram que o uso agrícola promoveu alterações físico-químicas dos solos em relação a vegetação nativa.

Avaliando a influência de vários sistemas agrícolas nas características químico-físico do solo Silva e Silveira (2002) verificaram que no uso do sistema com rotação de culturas arroz (*Oryza sativa*)/calopogôn-feijão, em solo preparado com grade aradora em todos os plantios e, principalmente no sistema com rotação milho-

feijão em plantio direto contínuo, houve maior concentração de nutrientes nas camadas superficiais, sendo mais evidente nos teores de P, K e Ca, Mg; e constaram que os efeitos dos sistemas na estrutura do solo, através do diâmetro ponderado dos agregados, foram os mais pronunciados também nesses dois sistemas.

No perímetro irrigado de Jabiberí em Itabaiana-SE, Machado et al. (2007) verificaram através de análises químicas e físico-hídricas do solo, dois lotes em processo de salinização. Os resultados obtidos indicaram que há grande quantidade de silte no solo e que a densidade global se eleva com a profundidade no perfil, e que os valores da velocidade de infiltração básica (VIB) e de condutividade hidráulica (K_o) são menores em áreas em que a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) é maior ($dS\ m^{-1}$).

3.4. Características físico hídricas do solo

As características físicas e hídricas do solo correspondem à determinação da:

- a) Densidade das partículas (d_p): é definido como a relação das partículas entre a massa de fração sólida e o volume por ela ocupada, expressa na fórmula: $d_s = \frac{m_s}{v_t}$. Estas unidades devem ser expressas em $g\ cm^3$, facilitando as aplicações práticas, sendo que o valor desta variável depende da composição da fração do solo (MIRANDA et al., 2001).
- b) Porosidade total (α): expressa a relação entre o volume de poros de uma porção de solo e o seu volume, sendo obtido o volume de poros pela diferença entre o volume total e o volume de sólidos, que é expressa na fórmula: $\alpha = \frac{v_p}{v_t} = \frac{v_t - v_s}{v_t}$ (MIRANDA et al., 2001).
- c) Capacidade de Campo (C_c): não se define precisamente, uma vez que o seu conceito envolve decisões, mais ou menos arbitrárias no que diz respeito ao tempo, por Ex.: onde a drenagem é muito lenta, pode ser desprezível. Sendo mais fácil ser caracterizada em solos de textura grossa

do que em solos de textura fina. Pode ser determinada em campo ou em laboratório. Em campo o solo é umedecido a uma profundidade de 1,5 m por meio da irrigação ou represamento de água. Sendo determinada em intervalos de 12 h, por amostragem em camadas de 10-20 cm, até a profundidade desejada. Em laboratório a C_c é determinada por dois métodos: métodos de equivalente de umidade, onde centrifuga uma amostra de 1 cm de espessura, dentro de um recipiente, saturada, colocada na centrífuga e submetida a uma velocidade equivalente a uma força de 100 vezes a força de gravidade por 30 minutos; e o método da curva de tensão, que é considerada como equivalente à C_c é de 1/10 de atm, em solos de textura grossa, e de 1/3 atm em solos de textura fina (BERNARDO et al., 2006).

d) Ponto de Murchamento (PM): é o limite mínimo da água armazenada no solo que será usada pelos vegetais, dependendo do tipo de solo e de plantas que tem a capacidade de extrair água em diferentes profundidades. Ex. O uso do girassol para indicar o Pm em estufas, (BERNARDO et al., 2006)

e) Umidade em base de volume (θ): pode ser expressa na fórmula $\theta_s = \frac{V_a}{V_t}$, onde, v_a é o volume de água presente na amostra e θ é expressa na amostra em m^3 de água por m^3 de solo (MIRANDA et al., 2001).

f) Umidade em base de peso (U): pode ser expressa pela fórmula $U = \frac{m_a}{V_t}$, onde, v_a é a massa de água presente na amostra do solo ou de sólidos seco é expressa em m_s . U é umidade, que é comumente expressa em quilogramas de água por quilogramas de solo seco, para não perder o significado físico, podem ser expressas em percentagens (MIRANDA et al., 2001).

4. MATERIAL E METODOS

4.1. Local

O trabalho foi desenvolvido nas margens do Rio Piancó, trecho Coremas Pombal-PB, cujo percurso amostrado foi aproximadamente 42 km, estando localizado nas coordenadas geográficas 6°48' de latitude S e 37°49' de longitude W, a uma altitude média de 144 m.

Conforme, Mascarenhas et al. (2005), o trecho da Bacia esta situado na região Oeste do Estado da Paraíba, na Meso-Região do Sertão Paraibano e Micro-Região de Sousa. Limita-se ao Norte com os municípios de Santa Cruz, Lagoa e Paulista, Leste com Condado, Sul com São Bentinho de Pombal, Cajazeirinhas, Coremas, e São José da Lagoa Tapada, Oeste, com São Domingos de Pombal, Aparecida e São Francisco. Segundo os mesmos autores, o município de Pombal está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, onde o relevo predominantemente é o suave-ondulado, cortado por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte, esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do Sertão nordestino.

4.2. Caracterização dos sistemas produtivos

Os principais sistemas de irrigação e processos produtivos foram caracterizados no trecho de 42 km do Rio Piancó que corta o município de Pombal, realizando-se os seguintes procedimentos:

a) Visitas *in situ*, levantando os principais sistemas de irrigação e seus níveis de tecnologia adotados pelos agricultores do Rio Piancó, pela aplicação de questionário específico;

b) Georreferenciamento das áreas irrigadas, permitindo identificar a localização das áreas com uso de Sistema de Posicionamento Global;

c) Visita às áreas cultivadas, objetivando coletar amostras de solo indeformada e realizar o levantamento das características físico-hídricas do solo.

4.3. Características dos sistemas de produção

Foi aplicado questionário específico a 16 famílias, conforme modelo disposto na Figura 4, para identificar nos agricultores, o nível de escolaridade, o período de uso da terra e tempo que possuem sistemas de irrigação e, as características dos sistemas de irrigação e do manejo das culturas.

 Universidade Federal de Campina Grande

 UFPA

Unidade Acadêmica de Agronomia e Tecnologia de Alimentos – UATA
Monografia José Wilson da Silva Barbosa

Questionário/Roteiro

1. Nome Produtor:
2. Nome fantasia (Apelido):
3. Nível de escolaridade:
4. Quanto tempo vive da terra?
5. Quanto tempo possui sistema de irrigação na propriedade funcionando?
6. Quais os sistemas de irrigação usados na propriedade?
7. Quais culturas utilizam irrigação?
8. Quais as culturas de sequeiro?
9. Qual o horário da irrigação?
10. Quanto tempo irriga por dia?
11. O que poderia ser feito para melhorar a produção sob irrigação?

Figura 4. Modelo de questionário usado nas entrevistas com os agricultores. UFPA/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

4.4. Georreferenciamento das áreas

Os dados de georreferenciamento foram obtidos com a coleta de pontos nas propriedades situadas dentro da Bacia do Rio Piancó, trecho Pombal, usando o equipamento GPS (*Global position system*), da Garmim, modelo 76CSx (Figura 5) o qual apresenta, dentre suas características, altitude do tipo barômetro, garantindo maior precisão, além disso, sua tecnologia permite obter sinais de satélites mesmo em dias nublados, ampliando a garantia de sucesso na obtenção de dados da região.



Figura 5. Ilustração do GPS, modelo 76 CSx da Garmim, usado no georreferenciamento das propriedades amostradas. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Pode-se observar na, Figura 6, os pontos marcados nas propriedades no trecho percorrido do Baixo Piancó.

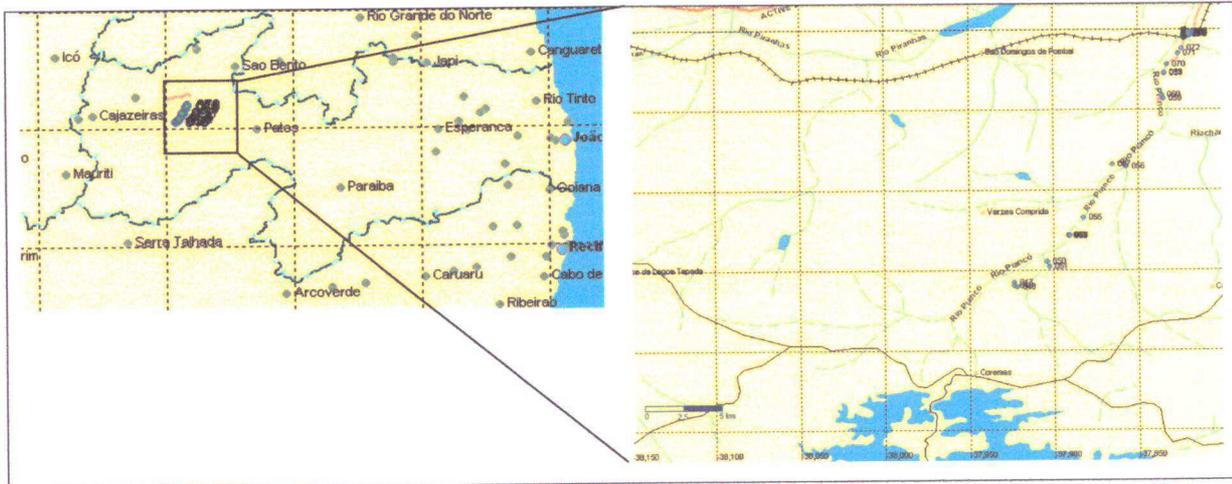


Figura 6. Pontos demarcados nas propriedades dos agricultores levantados no Baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Os dados obtidos permitiram realizar uma seleção de agricultores, fazer uma malha geográfica e realizar uma correlação entre sistemas produtivos, sistemas de irrigação usados e a localização das propriedades em relação ao Rio Piancó.

Todos os agricultores amostrados possuem propriedades próximas da Bacia Hidráulica do Rio Piancó, se beneficiando dos recursos hídricos por ela disponibilizados.

Na Figura 7, notam-se os pontos demarcados e plotados em imagem de satélite, disponível no software *Google Earth*®. Verificando-se que as áreas caracterizadas estão compreendidas entre as coordenadas 6° 57' 37,53" a 6° 48' 14,49" S e 37° 55' 17,15" a 37° 49' 10,31" W.

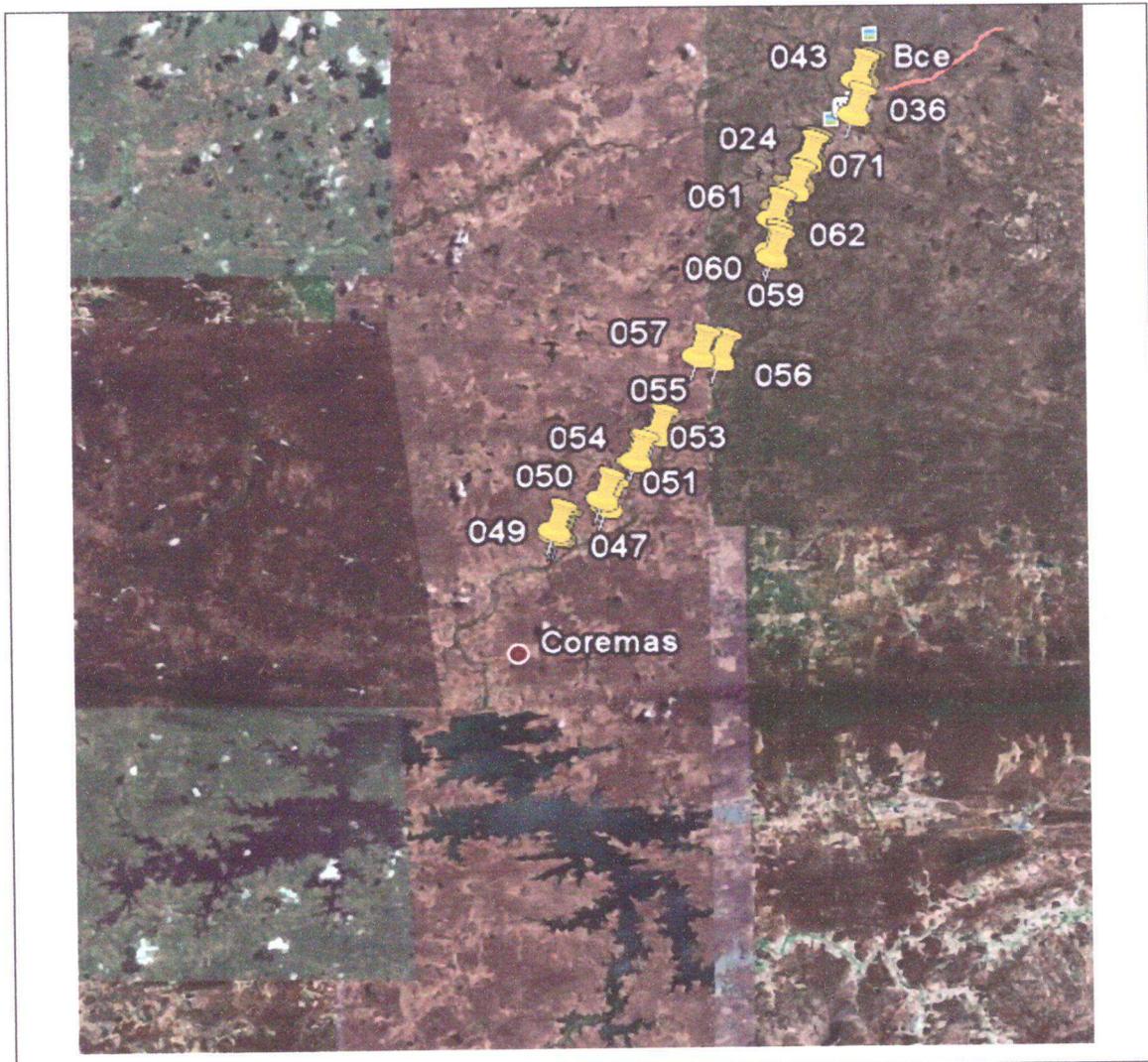


Figura 7. Imagem dos Pontos demarcados no Baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA, Pombal, PB, 2010.

4.5. Caracterização física e hídrica do solo

Segundo Barreto et al. (2004) numa área irrigada, quando as características física e hídrica são conhecidas, é possível maximizar o armazenamento da água pelo solo e minimizar as perdas por percolação, evaporação e escoamento superficial.

Neste sentido, foram determinadas a velocidade de infiltração básica e a porosidade total do solo. Para a medição da VIB foi usado um cilindro metálico com diâmetro de 0,15 m e altura de 0,10 m, enquanto que para a porosidade foi coletada uma amostra de solo indeformada em cada propriedade amostrada, utilizando tubo de PVC rígido, com diâmetro interno de 25,4 mm e uma altura de 50 mm, perfazendo um volume (V_s) de 1.270 mm³ ou 1,27 cm³ (Figura 8).

Saturando-se as amostras, determinou-se o peso do solo saturado, subtraindo deste valor o peso do solo seco, e considerando o peso específico da água igual a 1 g cm^{-3} , obteve-se a porosidade total do solo (α), conforme é demonstrado na Equação 1.

$$\alpha = (P_{su} - P_{ss}) \times 100 \% \quad \text{Eq. 1}$$

A velocidade de infiltração básica (VIB), esta foi determinada usando o método proposto em Vandervaere et al. (2000), onde observa-se que o fluxo tridimensional de água no solo, usando o disco infiltrômetro (Figura 8), é adequadamente descrito para os dois termos da equação (Equação 2) de determinação da VIB proposta por Philip (1957), o qual calibrou sua equação considerando apenas o fluxo vertical.

$$I = C_1 \sqrt{t} + C_2 t \text{ mm dia}^{-1} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde, I é a infiltração acumulada (mm); t é o tempo de infiltração (dia), C_1 e C_2 são coeficientes determinados pelas equações 3 e 4.

$$C_1 = S \quad \text{Eq. 3}$$

$$C_2 = \frac{2 - \beta}{3} k + \frac{\gamma S^2}{R(\theta_o - \theta_n)} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde, S é a sortividade capilar, ou condutividade capilar ($\text{mm dia}^{-1/2}$), K é a condutividade hidráulica, β é uma constante com valor entre 0 e 1, γ é uma constante igual a 0,75, R é o raio do disco (m) e θ_o e θ_n correspondem a umidade em base de volume para início e o final da avaliação de infiltração.



Figura 8. Cilindro infiltrômetro usado na determinação de infiltração de água no solo. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

4.6. Análise dos dados

Os dados obtidos foram interpretados por meio de figuras contendo estatísticas descritivas, as quais permitiram identificar a dispersão dos dados em relação à média.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características dos sistemas de produção e perfil socioeconômico dos agricultores

Observando-se as figuras de 9 a 13, nota-se as características sociais e dos sistemas produtivos dos agricultores amostrados no Baixo Piancó, podendo-se ressaltar, de maneira geral, que os sistemas produtivos instalados são frutos do conhecimento empírico dos agricultores, enfatizando-se que a assistência técnica acompanhada na atividade será de grande importância para o desenvolvimento local.

A princípio, tal informação tem base nos dados levantados sobre a escolaridade dos agricultores, exposta na Figura 9, podendo-se notar que 12,5% dos agricultores amostrados são analfabetos, 68,75% são alfabetizados, 6,25% tem o primeiro grau, segundo grau e terceiro grau completo, cada. É importante destacar que o nível cultural auxilia no processo de desenvolvimento das comunidades, influenciando, inclusive, na resistência às mudanças tecnológicas. Podendo-se verificar que a maior parcela dos agricultores tem nível de escolaridade baixo, fato que pode está contribuindo para o uso e condução incorreto dos sistemas de irrigação.

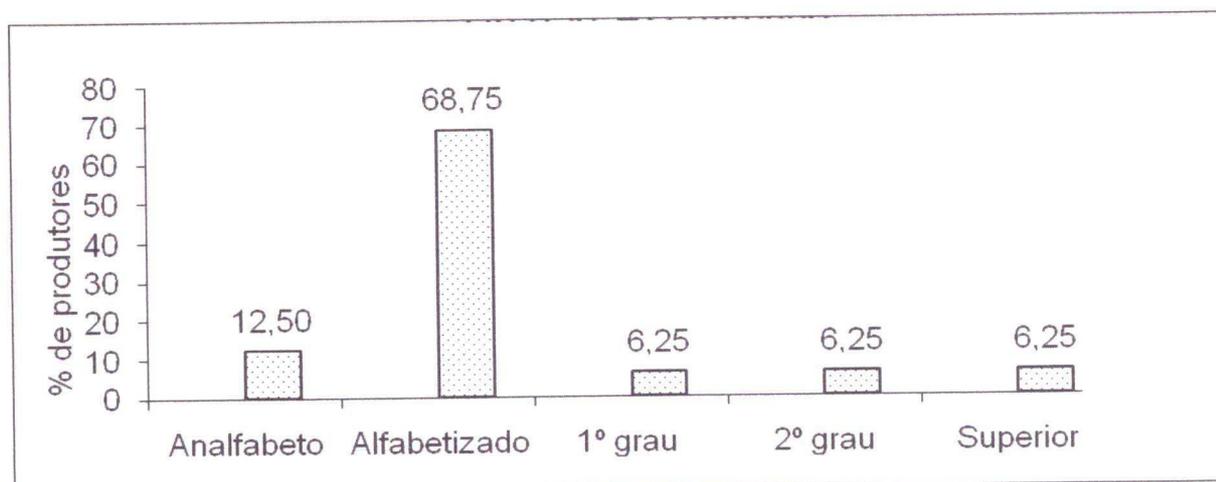


Figura 9. Nível de escolaridade dos irrigantes do Baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Por outro lado, os agricultores compreendem que os sistemas produtivos devem ser munidos de sistemas de irrigação, o que vem a possibilitar a produção em épocas com déficit natural de chuvas, fato que é observado pela presença de sistemas e peças de sistemas na maioria da propriedade contidas na região, tentando trabalhar de forma agroecologicamente correta.

Na Figura 10, observa-se o tempo em que esses agricultores exploram a terra e o tempo de uso da irrigação, nota-se que o uso da terra chega a 55 anos, em média o tempo de uso da terra é de 28,6 anos, com um desvio padrão de 13,15 anos, diante deste fato pode-se inferir que há uma tradição no uso da terra, podendo-se relacionar com a experiência adquirida durante os anos. Quando se estuda o tempo de uso da irrigação nas propriedades levantadas, observa-se que o tempo varia entre 1 e 40 anos, com a média de 17,4 anos de uso, desta forma observa-se uma grande variabilidade de tempo de uso, ressaltando-se um desvio padrão 9,86 anos.

É interessante ressaltar que, embora se observe um relevante tempo de uso da terra e da irrigação, os sistemas produtivos encontravam-se inadequados, notadamente a terra estava em mal estado de conservação, devido, ao usufruto da propriedade de forma equivocada, para retirar a sua sobrevivência e de suas famílias. Tal fato pode ser atribuído ao trabalho sem “orientação técnica”, fazendo com que essas propriedades fossem utilizadas desta forma.

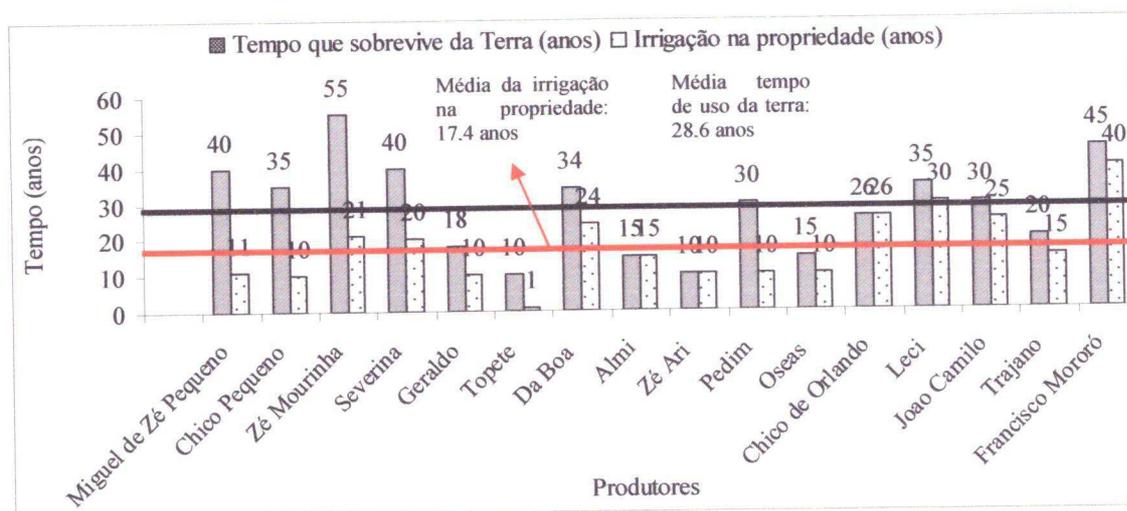


Figura 10. Tempo que sobrevive da terra e uso da irrigação na propriedade. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Como já mencionado, o uso da água pode ser consultivo ou não consultivo, um dos usos não consultivos da água é a irrigação, sendo responsável, no Brasil, por cerca de 70% do consumo hídrico (COSTA, 2006), neste sentido, quando é observado o uso de sistemas de irrigação e a depreciação dos mesmos, verifica-se pouca ou nenhuma preocupação com o meio ambiente, notadamente com a disponibilidade hídrica, já que esta é uma das formas de garantir a produção em áreas do semiárido.

Observando as Figuras 11 A e 11 B, tem-se a idéia de que muitos anos se passaram e essas irrigações, em sua maioria, continuam sendo feitas de forma inadequada, não observando o uso mínimo de técnicas como: preparo de solo de acordo com a topografia do terreno, pois muitas vezes estão no sentido da queda das águas; e uso de métodos e sistemas de irrigação não apropriados para os tipos de solos e culturas. Pela ausência destas técnicas, verifica-se em determinadas áreas, início de erosão laminar, provocando carregamento da superfície do solo para mananciais, causando aterramento e, afloramento de rochas nestas áreas produtivas.

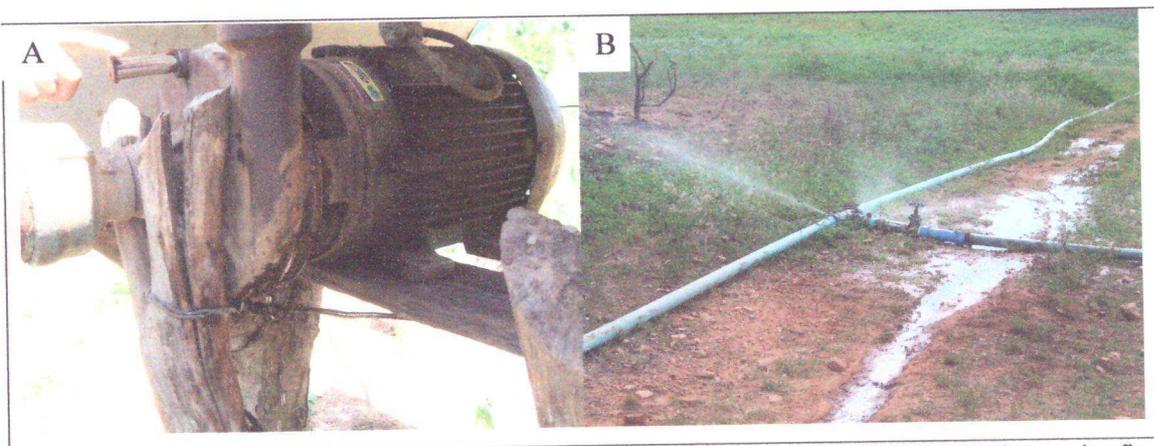


Figura 11. Ilustração de peças e sistemas de irrigação em situação de depreciação (A), e ilustração de solo com início de erosão (B). UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

O principal método de irrigação observado nas áreas é o convencional e, dentre os sistemas, o mais usado é o canhão com 56,25% (Figura 12), ressalta-se que uma das características deste método é a simulação da chuva, sendo indicado para culturas que cobrem totalmente o solo, porém, verificou-se nas entrevistas com os agricultores que o fato de simular a chuva é fator imprescindível para escolha deste método, o que permite aos agricultores acreditarem no sucesso do uso deste

sistema na maioria das culturas. Outro fato relacionado, é que a irrigação com canhão hidráulico, em sua maioria, irriga toda a área, considerando-se que as propriedades são de pequeno e médio porte, com as áreas cultivadas na faixa de 5 ha, assim o uso de um ou dois canhões promove a cobertura de toda a área.

Deve-se relacionar ainda (Figura 12), que 56,25% dos agricultores usam sistema de irrigação por aspersão convencional (canhão), fato aliado ao “fácil” manuseio e movimentação nas áreas, pois as culturas em destaque na Figura 13 (Feijão e Capim) apresentam retorno financeiro, e podem ser irrigadas com este sistema. Nota-se, ainda, que o sistema por aspersão ocupa 6,25% das áreas, irrigação por sulcos 6,25%, e agricultores que usam canhão e aspersão 31,25%, que é freqüentemente encontrado na região, pois os mesmos tem recursos limitados e seus custos são altos como já vimos anteriormente.

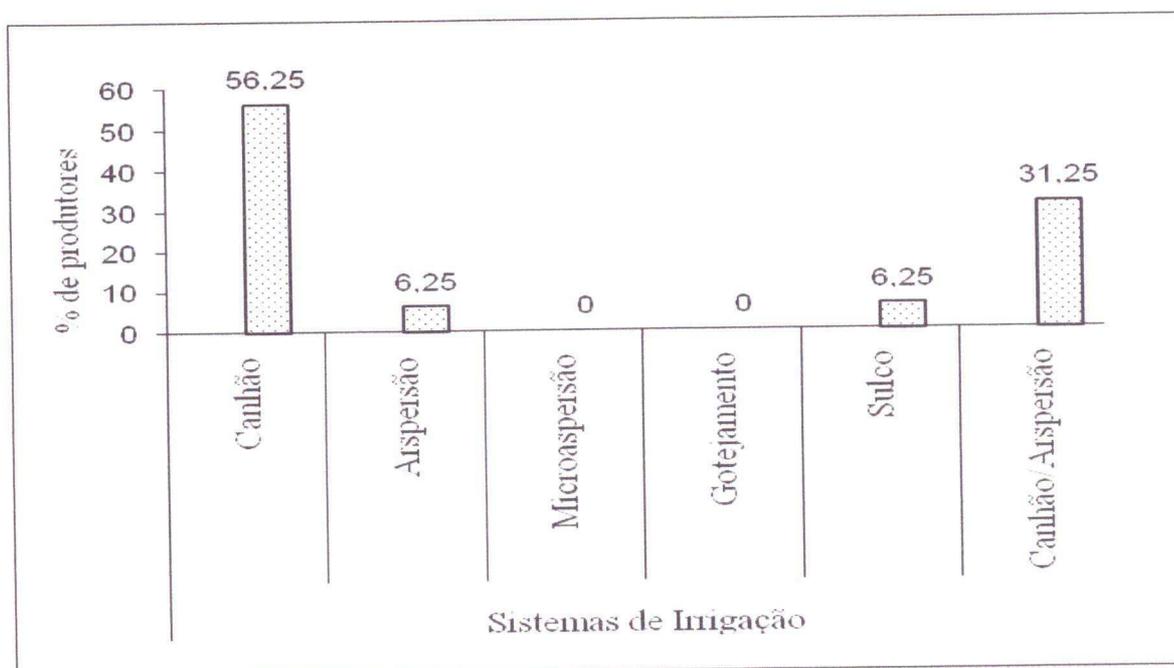


Figura 12. Principais sistemas de irrigação usados pelos agricultores do baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal. PB, 2010.

Na Figura 13, têm-se as principais culturas irrigadas, quem corresponde as mais cultivadas na região. Dentre estas, pode-se observar que a Banana (*Musa spp*) é a cultura mais plantada pelos agricultores, fato relacionado à maior margem de lucro e a possibilidade de produção durante todo o ano, a parti do inicio de sua produção, o que garante economia em escala, ou seja, produção em quantidade e contínua, a mesma ocupa 31,53% das áreas amostradas das propriedades.

A segunda cultura com maior percentual de ocupação de áreas é o feijão, com 30,63%, normalmente ocorre no segundo semestre do ano nas margens do Rio Piancó; ressalta-se que essa é a época de entressafra e os agricultores têm uma rentabilidade muito satisfatória em relação ao primeiro semestre, que é quando os mesmos plantam a cultura para a subsistência de suas famílias e obtêm renda extra da pecuária, já que alimentam os animais com restos da cultura, ampliando a produção de leite bovino.

Em terceiro, tem-se às capineiras compostas por diversas variedades, sendo utilizada na alimentação animal, por apresentar potencial de produção de matéria seca, embora seu teor protéico seja relativamente baixo (cerca de 10% de Proteína Bruta por g de matéria seca). A região é propícia à produção de leite e engorda de animais bovinos, ovinos e caprinos, que são comercializados na região e no Estado.

Em quarto lugar, está a cultura do coqueiro (*Cocos nucifera*), que vem se destacando nas propriedades onde o poder aquisitivo dos agricultores é maior. Em quinto estão às culturas da melancia (*Citrulus lanatus*) e mandioca (*Manihot scullenta*), ainda com um percentual de área pouco explorada nas margens do Rio Piancó, fato relacionado ao alto custo de produção, resultado da demanda hídrica elevada, e da grande necessidade de insumos para o controle de pragas e doenças, e implantação da cultura, como exemplo a compra de sementes, além da falta de conhecimento técnico e carência de mão-de-obra na zona rural.

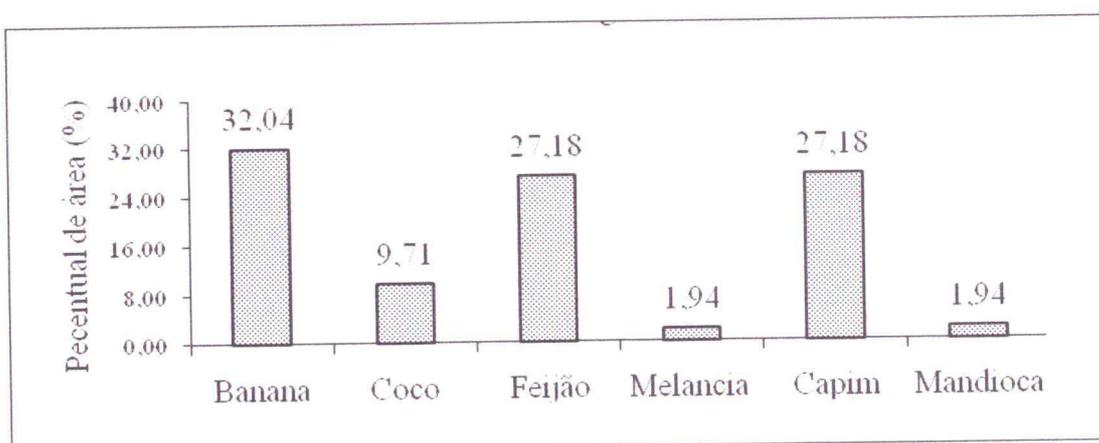


Figura 13. Principais culturas irrigadas pelos agricultores do baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Enfatiza-se que todas as culturas citadas, com exceção das capineiras de corte, necessitam de médio a alto conhecimento técnico em irrigação, principalmente

considerando que as mesmas estão localizadas no semiárido, região com alta evapotranspiração diária, e que nestas condições as mesmas demanda grandes quantidades de água. Ao observar, visualmente as culturas, nota-se características de estresse e presença de doenças, é ilustrado na Figura 14 a presença da sigatoka amarela (*Mycosphaerella musicola*) em folhas de bananeira e a lixa grande (*Sphaerodothis acrocomiae*) e lixa pequena (*Phyllachora torrendiella*) na cultura do coqueiro.



Figura 14. Imagens das culturas com problemas fitossanitários cultivadas pelos agricultores do Baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Observa-se nas figuras 15 e 16 a potência instalada e os modelos de bombas usadas pelos agricultores do baixo Piancó. Podendo-se observar que o motor de 7,5 cv é o mais utilizado, mesmo em áreas pequenas, isso se dá pelo fato dessas áreas exploradas se localizarem distantes das margens do rio, fazendo com que esses agricultores achem melhor colocar motores de maior potência para suprir essa distância percorrida pela água. Tecnicamente, o aumento da distância ou do comprimento da tubulação tende a aumentar a perda de energia da água, fato que deve ser suprido pela moto-bomba, porém é sabido que para levantar (colocar em funcionamento, atendendo a pressão de serviço) um canhão de porte médio necessita-se em média de uma pressão de 30 mca, considerando-se que a perda de energia decorrente do atrito entre as partículas de água e das partículas de água com a tubulação 30 mca, precisa-se de uma altura manométrica de 60 mca, se a vazão do sistema for de $2,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, carece-se de uma potência de 2,67 cv, desta forma, acredita que os sistemas estão superdimensionados.

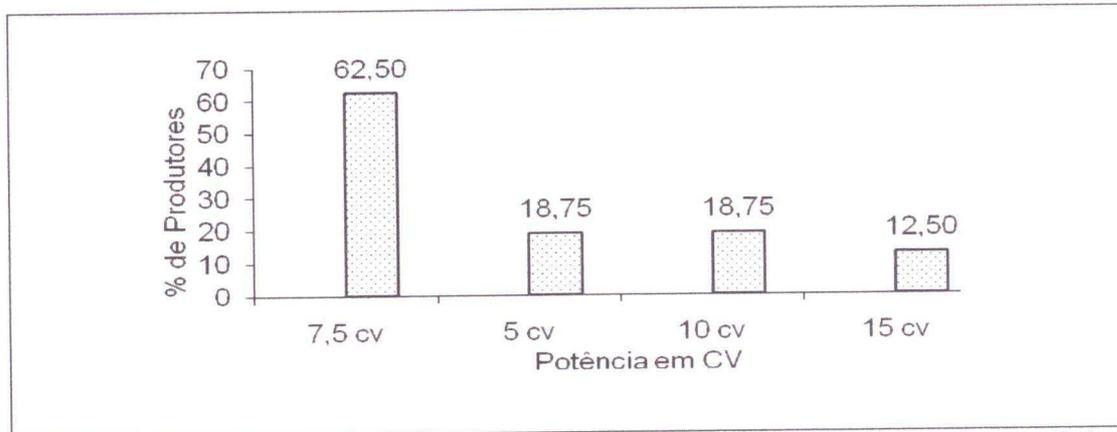


Figura 15. Potência instalada dos motores usados pelos agricultores do Baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Outro fato, é que os agricultores sabem que há maiores custos, maiores perdas de potência, como também desperdício da água durante o seu percurso, pois o estado de conservação das tubulações utilizadas é crítica (com vazamentos), assim, o ideal seria fazer a manutenção constante dos sistemas e, com ajuda dos técnicos, fazer o dimensionamento correto dos mesmos, assim, tende-se a diminuir o custo de implantação, de energia elétrica e de gasto de água, permitindo um desenvolvimento sustentável da propriedade.

Na figura 16, tem-se as principais marcas de bombas instaladas nas propriedades, observando-se que a bomba da INAP é a mais usada, constatando-se vazões entre 10 e 73 m³ h⁻¹ e alturas manométricas entre 14 e 54 mca. A escolha destes modelos está relacionada à fácil manutenção na região.

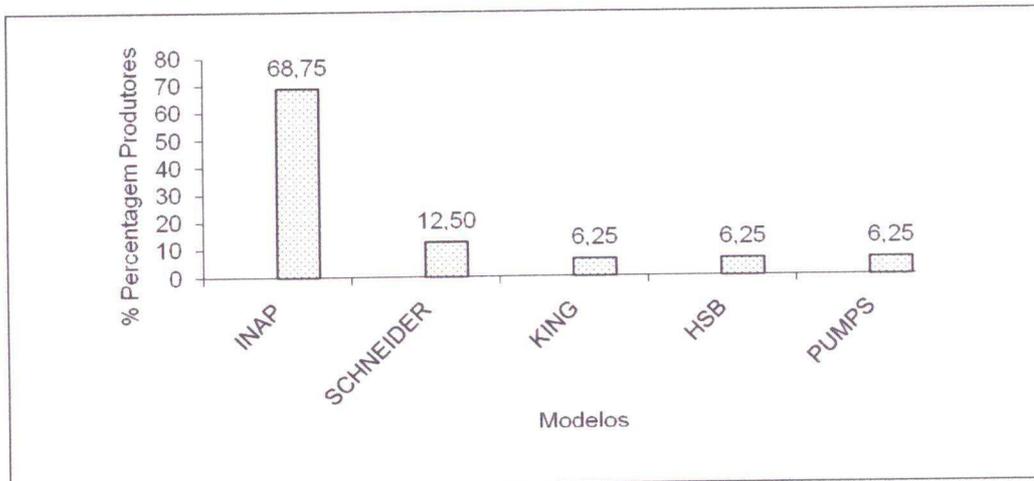


Figura 16. Principais marcas de bombas usadas pelos agricultores do Baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

5.2 Características físico hídricas do solo

Observa-se, na Figura 17, os dados de porosidade total para os solos amostrados, podendo-se ver valores entre 35 a 48% de poros. Sendo que na maioria dos solos a porosidade ficou abaixo de 40%, tal fato não é interessante, pois se leva a entender que esses solos estão em processo contínuo de compactação, devido à alta atividade da mecanização agrícola, pois o solo é preparado inicialmente com uso da aração com trator, verificando-se, ainda, nos tratamentos culturais, seguido ao plantio e emergência da cultura, a utilização da tração animal entre as fileiras com o objetivo de eliminar plantas invasoras, onde há a formação do chamado “pé de grade”, aliada a isso se preconiza o uso da monocultura.

Esses solos encontram-se, em sua maioria, nas baixadas das margens do Rio Piancó o que implica em uma maior exploração desses solos com as culturas citadas na Figura 13.

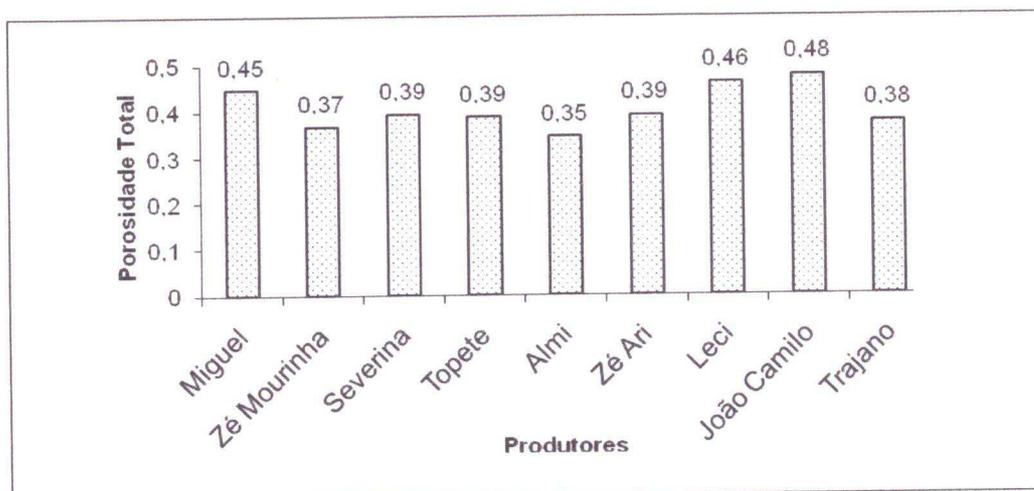


Figura 17. Porosidade total dos solos amostrados na bacia do baixo Piancó. Pombal. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Como a porosidade refere-se aos espaços livres do solo, sendo de grande importância para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das culturas e que a redução na porosidade é um indicativo que este solo está compactado, pode-se dizer que este fator ocasiona o aumento da resistência mecânica à penetração radicular, redução da aeração, alteração do fluxo de água e calor, e da disponibilidade de água e nutrientes (CAMARGO e ALLEONI, 2006).

Na Figura 18, podem-se ver os valores relacionados à velocidade de infiltração básica (VIB), sendo esta determinada com o objetivo de estabelecer a taxa máxima de aplicação ou a quantidade máxima de chuva que o terreno suporta sem que ocorram perdas por escoamento superficial e, conseqüentemente, minimizando o processo erosivo (POTT et al., 2005).

Os valores da VIB (Figura 18) variaram entre 7,0 e 8,4 mm h⁻¹, com uma média de 7,5 mm h⁻¹. De acordo com a classificação proposta em Bernardo et al. (2006), estes solos, tem um perfil de solos de VIB média, já que estão com valores de VIB entre 5 e 15 mm h⁻¹.

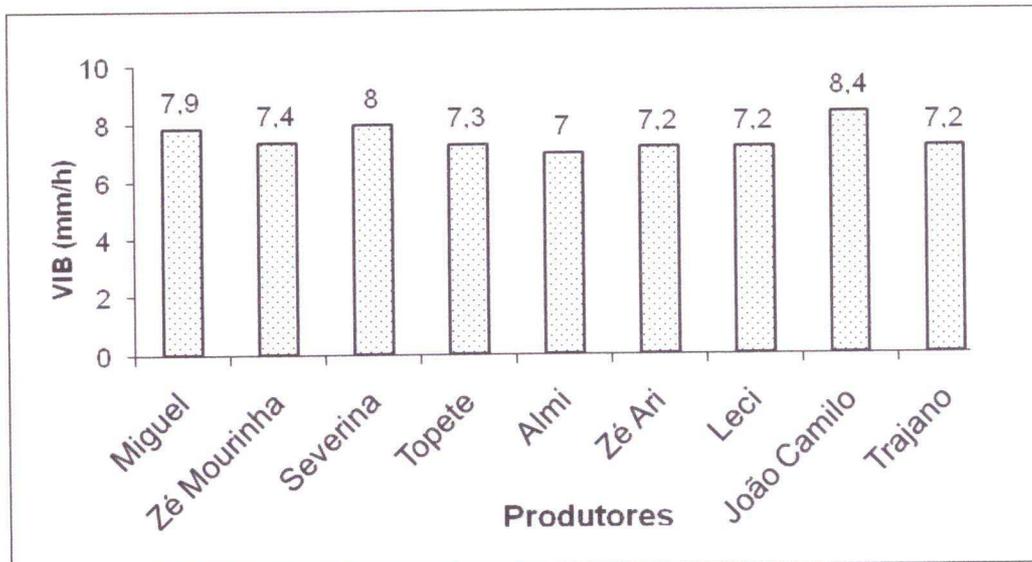


Figura 18. Velocidade de Infiltração Básica (VIB) dos solos amostrados na bacia do baixo Piancó. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB, 2010.

Deve-se ressaltar que de acordo com os sistemas de irrigação utilizados pelos agricultores essa VIB pode ser classificada como baixa, uma vez que as irrigações em sua maioria são feitas com canhões hidráulicos, onde a gota de água arremessada ao solo é maior, provocando um efeito de impacto de água no solo também superior, fato que pode ocasionar erosões, como pode ser observado na Figura 19.

Em projetos de irrigação é essencial atender ao critério da velocidade de infiltração, sendo que a intensidade de precipitação do aspersor é em função da vazão do aspersor pela a área que ele ocupa, onde deve ser menor que a VIB, desta forma evita-se o acúmulo de água e o escoamento superficial, fator que mais contribui com o processo de erosão.

Pode-se dizer que, de acordo com o estudo realizado a baixa escolaridade desses agricultores, auxiliada a uma assistência técnica pouco satisfatória, vêm ao longo dos anos contribuindo cada vez mais para a compactação dos solos aqui relacionados. Faz-se necessário orientar e acompanhar mais continuamente os agricultores que possuem áreas irrigadas às margens do Rio Piancó e, conseqüentemente durante todo o seu percurso. Assim, tentando diminuir esses impactos ambientais em nossos solos.



Figura 19. Início de sulco de erosão provocada por irrigação inadequada com o uso de canhão hidráulico. UFCG/CCTA/UAGRA. Pombal, PB 2010.

Em muitas dessas áreas pode-se constatar o uso incorreto de irrigações (“agoações”) que são feitas em horários impróprios, como também com tempo excessivo, assim esses canhões hidráulicos e aspersores ficam postos em uma mesma posição por muito tempo, fazendo com que haja um escoamento superficial da água, carregando todos os nutrientes ali existentes para os mananciais localizados próximos a essas áreas.

6. CONCLUSÕES

O índice de escolaridade dos agricultores é baixo;

O grau de tecnologia usado na irrigação é médio, porém os agricultores são pouco capacitados;

O principal método de irrigação usado é o convencional, com maior participação do sistema de irrigação por aspersão com uso do canhão hidráulico;

Os sistemas de irrigação possuem dimensionamento superior ao necessário para as áreas da maioria dos agricultores.

Os solos amostrados no Baixo Piancó trecho Pombal-PB estão tendendo a compactação;

A velocidade de infiltração dos solos pode ser classificada como média.

7. RECOMENDAÇÕES

Promover capacitação para os agricultores em irrigação, conscientizando-os sobre a preservação do meio ambiente e o uso eficiente da água;

Assistência técnica de qualidade e continuada (a exemplo do uso das Unidades Técnica Demonstrativa - UTDs);

É importante que novos projetos de irrigação contemplem o método de irrigação localizado, permitindo maior eficiência na aplicação, além de menor impacto ambiental, por promover menor risco de erosão ao solo;

A adição de material orgânico ao solo;

Redução no preparo do solo com uso racional da mecanização agrícola;

Uso de rotação de culturas, para reduzir o problema de compactação dos solos em médio ou longo prazo.

8. REFERÊNCIAS

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Roma: FAO. 1994. (FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER, 29 Rev. 1) Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/003/t0234e/t0234e00.htm#TOC>>. Acesso em 18 de abril de 2010.

BARRETO, A. N.; SILVA, A. A. G.; BOLFE, E. L. **Irrigação e Drenagem na Empresa Agrícola: impacto ambiental versus sustentabilidade**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004, 418 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

CABRAL, G. J. da C. M. Aspectos jurídicos e ambientais das águas e a situação crítica da bacia hidrográfica da Zona da Mata Norte-PE/ Rio Goiana e Capibaripe-Mirim. **Revista Aquecimento Global**. Ed. On line. Ano I, Nº5. 2008. <http://www.buscalegis.ufsc.br/revistas/files/journals/2/articles/32558/public/32558-39705-1-PB.pdf>. Acesso em 12 de janeiro de 2010.

CAMARGO, O. A de; ALLEONI, L. R. F. **Efeitos da compactação em atributos do solo**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/C4/Comp4.htm>>. Acesso em: 10 de julho de 2010

CÔRREA, M.; FREIRE, M., B. G. dos; FERREIRA, J. A. A. da S.; PESSOA, L. G. M.; M., MARCELO A.; MELO, D. V. M. de. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 14, n.4, p. 358-365, 2010.

COSTA, J. F. L. **A Encruzilhada Agrícola: Irrigação Necessidade ou Fatalidade?** Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2006, 80p. (Documentos de Estudo).

FONSÊCA, M. H. P.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D. de; BARRETO, A. N. Uso de propriedades físico-hídricas do solo na identificação de camadas adensadas nos Tabuleiros Costeiros, Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 11, n.4, p. 368–373, 2007.

FORGIARINI, F. R.; SILVEIRA, G. L. da; CRUZ, J. C. Cobrança pelo uso da água e comitês de bacia: estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria/RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo, SP, **Anais...** São Paulo. ABRH. 2007. Disponível em: < http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/CobrancaUso/_ARQS-Estudos/Geral/03.pdf>. Acesso em 10 de março de 2010.

GRAZIANO, F. Agricultura: a produção de água limpa. **Agroanalysis**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 60-63. 1998.

HEINZE, B. C. L. B.. **A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da Região Nordeste**. 2003. 59f. Dissertação (MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) - ECOBUSINESS SCHOOL/FGV. Brasília, DF. 2003.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In FREITAS, M. A. V. **O estudo das águas no Brasil**. Brasília: Ministério das Minas e Energias. p. 73-82. 1999.

MACHADO, R.; AGUIAR NETTO, A. de O. ; CAMPECHE, L. F. de S.; CAMPECHE BARROS, A. C. Efeito da Salinidade em Características Físico-Hídricas em Solos Salino-Sodilizados no Perímetro Irrigado Jabiberi-SE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.1, n.1, p.15–19, 2007.

MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA Junior, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Pombal, Estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

MENDONÇA, S. C. S. **Uso da Água e os Danos Ambientais: parte I**. Disponível em: www.outorga.com.br/.../Artigo%2077-%20Uso%20da%20Agua%20e%20Danos%20Ambientais%20-%20Parte%2. Acesso em 12 de janeiro de 2010.

MESQUITA, R. C. M.; ARAÚJO FILHO, J. A.; DIAS, M. L. Manejo de pastagem nativa uma opção para o Semi-árido Nordeste. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 2, 1998, Natal, RN, **Anais...** Natal, EMPARN, p. 124-140, 1998.

MIRANDA, J. H; GONCALVES, A. C. A.; CARVALHO, D. F. Água e Solo. In MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. de **Manual de Irrigação**. Jaboticabal: Funep. 2001. 410p (Série Engenharia Agrícola, 1)

PHILIP, J. R. The theory of Infiltration: The Influence of the Initial Moisture Content. **Soil Science**, v.4, n.84, p.329-339, 1957.

POMPEU, C. T. **Águas Doces no Direito Brasileiro**. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

POTT, C. A.; ROSIM, D. C.; MARIA, I. C. de. Velocidade de Infiltração de Água VIB, **O Agrônomo**, Campinas, v. 57, n. 1, 2005.

QUEIROZ, W. N. de; QUEIROZ, U. C. de; BELTRÃO, N., E. de M.; BEZERRA, CORTEZ, R. Avaliação de algumas características físicas dos solos do campo experimental de Barbalha, CE, pertencente ao CNPA especializada no cultivo de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4, 2003, GO. **Resumos...**, Goiânia, 2002 (CD-ROM).

SANTOS, A. P. M. A. Tutela jurídica das águas nas constituições brasileiras. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 2, **Anais...** Tupã: ANAP. 2006 (CD-ROM).

SILVA DIAS, M. A. F. Projeto LBA: Experimento de Grande Escala da Interação Biosfera Atmosfera na Amazônia: **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**. v. 25, n. 1. 2001.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. da. Influência de Sistemas Agrícolas em características químico-físicas do solo. **Ciências Agrotécnica**. Lavras. v. 26, n. 3, p. 505-515, 2002.

VANDERVAERE, J. P.; VAUCLIN, M.; ELRICK, D. Transient flow from tension filters: II. Four methods to determine sorptivity and conductivity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p.1272-1284. 2000.