



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

DÉBORA SAMARA CRUZ ROCHA FARIAS

**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA FINS DE
PLANEJAMENTO NA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE
BOA VISTA-PB**

**CAMPINA GRANDE - PB
2013**

DÉBORA SAMARA CRUZ ROCHA FARIAS

**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA FINS DE
PLANEJAMENTO NA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE
BOA VISTA-PB**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Agrícola.

Orientadora: Professora Dra. Soahd Arruda Rached Farias.

**CAMPINA GRANDE - PB
2013**



F224d Farias, Débora Samara Cruz Rocha.

Diagnóstico dos recursos hídricos para fins de planejamento na captação de água no Município de Boa Vista - PB. / Débora Samara Cruz Rocha Farias. - Campina Grande - PB: [s.n], 2013.

26 f.

Orientadora: Professora Dr^a Soahd Arruda Rached Farias.

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Recursos hídricos. 2. Boa vista - PB - recursos hídricos. 3. Semiárido Paraibano - necessidades hídricas. 4. Diagnóstico de recursos hídricos. 5. Salinidade da água - Boa Vista - PB. I. Farias, Soahd Arruda Rached de. II. Título.

CDU:556.18(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



**Diagnóstico dos recursos hídricos para fins de planejamento na
captação de água do município de Boa Vista, PB.”**

DEBORA SAMARA CRUZ ROCHA FARIAS

Relatório de trabalho de conclusão de curso (TCC) como uma das exigências para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de
Campina Grande- UFCG

Nota final _____ ()

Data: 03 de Outubro de 2013

Soahd Arruda Rached Farias

8,3

Soahd Arruda Rached Farias

Prof^ª. UAEA/UFCG –Orientadora

José Dantas Neto

8,6

José Dantas Neto

(Prof. UAEA/UFCG)- Examinador Interno

Robi Tabolka dos Santos

8,0

Robi Tabolka dos Santos

(Dr. Engenheiro Florestal -EMATER) –Examinador externo.

Prognóstico dos recursos hídricos para fins de planejamento na captação de água do município de Boa Vista, PB

DÉBORA SAMARA CRUZ ROCHA FARIAS ¹, SOAHD ARRUDA RACHED
FARIAS ²

¹ Aluna do Curso de Engenharia-Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: debisancruz@yahoo.com.br

² Eng^o Agrícola, Prof. Doutora da Unidade acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB

RESUMO: O bioma da Caatinga tem a particularidade de ser extremamente forte e adaptado às características do clima, mas é altamente vulnerável as ações antrópicas, esgotando e desertificando o ambiente, afastando cada vez mais a permanência digna dos camponeses. O presente trabalho tem por objetivo levantar fatores de disponibilidade e demanda de água para consumo humano, animal e o seu uso quanto à irrigação do município de Boa Vista, reconhecendo as particularidades das classes de uso do solo local e indicando as melhores obras de captação de água, para que possam atender com mais sustentabilidade, a pequenos produtores e diminuir as perdas decorrente de evaporação, escoamento superficial elevado, solos rasos e ricos em sais e baixa precipitação. A capacidade de prover água através de cisternas e cisternões fechados é de fundamental importância no desenvolvimento sustentável local, onde é registrada elevada taxa de evaporação, desde que seja incentivado a construção gradativa, de acordo com as pessoas existentes no local, calculando em base do regime de chuvas local, dos telhados das residências, dos lajedos da propriedade e dos calçadões a serem construídos, podendo assim obter água de melhor qualidade, próximo as habitações.

Palavra-chave: caatinga, salinidade das águas, técnicas de captação de água

Abstract: The Caatinga biome has the particularity of being extremely strong and adapted to the characteristics of the climate, but it is highly vulnerable to human actions, and desertifying depleting the environment, moving increasingly to remain worthy of the peasants. This paper aims to raise issues of availability and demand for water for people and animals in Boa Vista, recognizing the particular classes of land use and site indicating the best works of water abstraction, so that they can respond more sustainability, small producers and reduce losses due to evaporation, high runoff, and shallow soils rich in salts and low rainfall. The ability to provide water through water tanks, wells, cisterns and closed cisternões is of fundamental importance in local sustainable development, which is recorded high evaporation rate, since it encouraged the gradual construction, according to those existing site, based on calculating the rainfall site, the roofs of residences, lajedos property and sidewalks to be built, so you can get better quality water, near the dwellings.

Key-words: Caatinga, water salinity, water harvesting techniques

INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino está inserido um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas e elevada evaporação.

Encontra-se na região do nordeste brasileiro, uma pluviosidade média de 600 mm ano⁻¹ combinada com a evapotranspiração de 2000 a 2500 mm ano⁻¹, o que acarreta um constante déficit hídrico ao local. A necessidade, portanto, de acumular água em toda a região do semiárido é vital para as necessidades tanto do ser humano quanto de seus animais.

No Brasil, o Semiárido abrange cerca de 70% da área do Nordeste, mais o norte de Minas Gerais. A região é marcada pela presença de solos rasos de baixa fertilidade e caracterizada pela vegetação da Caatinga. Os maiores problemas enfrentados nessa região são a escassez e a irregularidade de chuvas. Ciclicamente ocorrem estiagens prolongadas, com reflexos danosos na economia e com custos sociais elevados.

As chuvas costumam serem fortes concentradas em períodos de algumas horas ao longo de poucos meses do ano, em geral nos meses de verão e outono. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população, cuja atividade econômica gira em torno da agricultura familiar e escasso excedente para comercialização.

No que se refere aos aspectos climáticos, à região tem um balanço hídrico deficitário, onde em média, tem-se uma evaporação de 2000 a 2500 mm ano⁻¹ contra uma precipitação variando de 400 aos 800 mm/ano nos diversos estados da região, além do que, a distribuição destes volumes ao longo do ano apresenta-se irregular, com a estatística registrando o escoamento em apenas um dia de 21% de tudo o que precipita, chegando aos 63% em menos de um mês, culminando com 99% do total escoando em 180 dias (CARNEIRO, 1998). Em termos geológicos, evidencia-se a presença de cristalinos ocupando aproximadamente a metade de sua área, onde o armazenamento da água se restringe as zonas fraturadas.

Os solos do semiárido do Brasil caracterizam-se pedologicamente por serem rasos, pouco desenvolvidos, de baixa capacidade de retenção de água (grande maioria), com média a alta fertilidades natural, de textura média a arenosa, pouco ácidos, praticamente neutros, suscetibilidade à erosão, pedregosidade e rochiosidade (Solonchaks e Solonetz) e drenagem (Regossolos com fragipan e Planossolos), (AZEVEDO e DALMOLIN, 2004).

Segundo Rebouças e Marinho (1972), o balanço hídrico da região Nordeste apresenta uma precipitação pluviométrica anual para toda a região 700 bilhões de m³, dos quais 642,6 bilhões de m³ são consumidos pela evapotranspiração (91,8%), 36 bilhões de m³ escoam superficialmente pelos rios para o mar (5,1%), ficando armazenados e efetivamente disponíveis deste total 22 bilhões de m³ (3,10%).

O objetivo do trabalho é levantar fatores de disponibilidade e demanda de água para culturas e animais do município de Boa Vista, reconhecendo as particularidades das classes de uso do solo local e indicando as melhores obras de captação de água, para que possam atender com mais sustentabilidade, a pequenos produtores e diminuir as perdas decorrente de evaporação, escoamento superficial elevado, contenção de água em solos rasos mesmo com regime de chuvas de baixa precipitação anual, como também fazendo um reconhecimento das fontes principais do município caracterizando quanto ao teor de sais e seus devidos usos para fins de consumo humano, dessedentação animal e irrigação.

MATERIAIS E MÉTODO

Aspectos gerais do município

O município de Boa Vista está localizado na Mesorregião Boa Vista e na Microrregião Agreste Paraibano do Estado da Paraíba. Sua Área é de 476,541 km² representando 0.8443% do Estado, 0.0307% da Região e 0.0056% de todo o território Brasileiro. A sede do município tem uma altitude aproximada de 493 metros distando 152,6509 Km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230/ BR 412.

O município de Boa Vista, está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta.

A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. A vegetação desta unidade é formada por *Florestas Subcaducifólica e Caducifólica*, próprias das áreas agrestes. O clima é do tipo

Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro.

Nas *Superfícies suave onduladas a onduladas*, ocorrem os *Planossolos*, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os *Podzólicos*, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas *Elevações* ocorrem os solos *Litólicos*, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos *Vales* dos rios e riachos, ocorrem os *Planossolos*, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda *Afloramentos* de rochas.

O município de Boa Vista encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba. Seus principais tributários são: os rios Boa Vista e São Pedro e os riachos: Riachão, Cachoeira dos Pombos, Lagoa Preta, da Farinha, dos Defuntos, da Macambira, Mandacaru, do Açude, do Tronco, do Pombo e Urubu. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico segundo BRASIL (2001).

Procedimentos de trabalho em campo

O trabalho consta de um recolhimento de dados técnicos existentes em várias fontes de informação como Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba a AESA e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística o IBGE. Através da AESA (2011), obtêm-se informações do regime de chuva mensal e anual ao longo de 13 anos (1995 a 2012) no município de Boa Vista, juntamente com a climatologia (precipitação esperada), sendo avaliado o comportamento da ocorrência das chuvas com relação à média histórica do local.

Como forma de avaliar o volume de água basea-se na climatologia do local, como também se realiza uma estimativa de demanda diária de consumo humano e de dessedentação animal, conforme Farias et al. (2012). A quantidade de habitantes do município basea-se no censo de 2010 e pecuária existente em 2010, no município através de dados do IBGE (2011).

Através da área do divisor geopolítico do município (IBGE 2011) confronta-se o volume de água anual precipitado no local com a demanda de água pelas pessoas e animais de produção.

Para uma avaliação do potencial de reserva hídrica do solo, é observado através do plano dos recursos hídricos da Paraíba, disponível no site da AESA (2011), características predominantes dos solos e da capacidade de uso do solo sendo discutido como validar tal indicação de exploração econômica com as melhores técnicas de reserva hídrica, visando assim maior sustentabilidade do local através de sua atividade econômica.

Caracterização das fontes de água estudadas

No período de abril a julho de 2013 foram coletadas 30 amostras de água no município de Boa Vista, nos locais a seguir (tabela 1):

Tabela 1. Descritivo das fontes estudadas, com código, número de amostras coletadas e o período da coleta.

Rio Santa Rosa na Comunidade de São Joãozinho	03S*	4 Amostras	De abril a julho
Poço tubular	7N**	1 Amostra	Julho
Açude gavião	02N**	4 Amostras	De abril a julho
Açude zeção, na Comunidade de São Joãozinho	01S*	4 Amostras	De abril a julho
Rio santa rosa próximo a cidade	05 N**	3 amostras	De abril a junho
Cacimba no riacho gavião	03 N**	4 amostras	De abril a julho
Rio santa rosa na comunidade Poço da Pedra	04 S*	4 amostras	De abril a julho
Rio santa rosa na comunidade Santa Rosa.	01N**	2 amostras	De abril a maio
Açude da cidade BR 412-	06 N**	4 amostras	De abril a julho

(**)N-norte da cidade de Boa Vista-PB

(*)S-sul da cidade de Boa Vista-PB

Caracterização das fontes e a salinidade ao longo do período do estudo (abril a julho 2013)

Rio Santa Rosa 01 N

Coletado em leito do rio, no trecho ao norte da cidade, na comunidade rural de Santa Rosa, coletado água em abril e maio, sendo interrompido por falta de acesso a porteira que estava com cadeado. (Figura 7)

Açude Gavião-2N

Açude público do município, estando com nível crítico de volume, teve coleta entre abril e julho de 2013.



Figura 7. Rio Santa Rosa 1N



Figura 8. Açude Gavião 2N

Cacimba no Riacho Gavião-03N

A jusante do açude Gavião, antes de desaguar no Rio Santa Rosa, foi coletado em cacimba (escavação do leito do rio) durante todo o período da pesquisa, de abril a julho. (Figura 9).

Rio Santa Rosa em trecho próximo a Cidade de Boa Vista 05 N

Trecho do rio, muito próximo a chegada a cidade de Boa Vista, o acesso de coleta foi de abril a junho. (Figura 10)

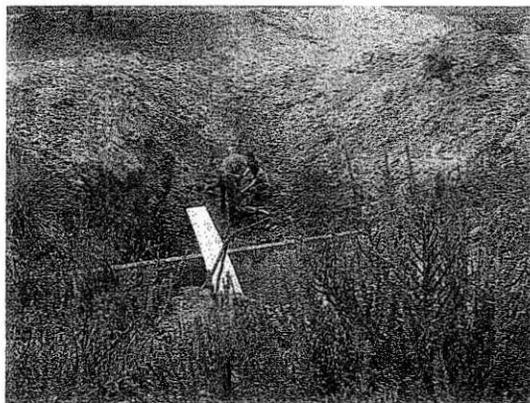


Figura 9. Cacimba no Riacho Gavião 3N

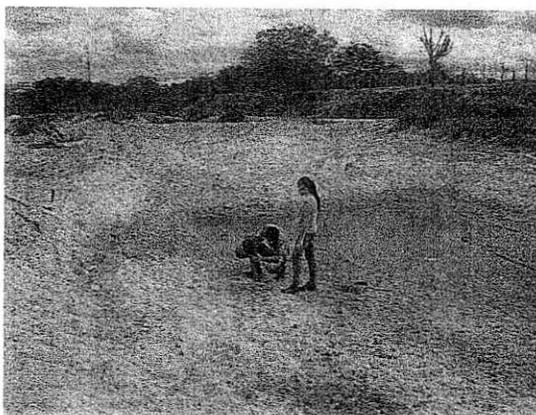


Figura 10. Leito do Rio Santa rosa próximo a cidade 5N

Açude da Cidade BR 412 06 N

Açude antigo construído durante a construção da BR 412 serve de abastecimento para carros Pipas, teve coleta de abril a julho (Figura 11).

Poço tubular de comunidade ao norte de Boa Vista 07 N

Comunidade rural de Santa Rosa (sem imagem), coleta única em Julho

Açude Zezão, comunidade São Joãozinho 01S

Coletada de abril a julho é o maior açude da comunidade rural de São Joãozinho, usado para irrigar tomate quando bem abastecido (Figura 12).



Figura 11. Açude da "cidade" na BR 412 6N



Figura 12. Açude Zezão, comunidade de São Joãozinho 1S

Rio Santa Rosa na comunidade São Joãozinho 03S

Coletado após escavação rasa do leito do rio teve registro de amostra de abril a julho, usando a mesma metodologia (Figura 13).

Rio Santa Rosa no trecho da comunidade Poço de Pedra 04S

Coleta escavando o leito do rio, semelhante ao ponto de coleta 3S, tendo obtido amostras completa de abril a julho (Figura 14).



Figura 13. Leito do Rio Santa Rosa, no trecho de São João Zinho, amostra cavada e retirada água 3S



Figura 14. Rio Santa Rosa no trecho da comunidade de Poço de Pedra, água retirada após escavação do leito 4S

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do regime de chuvas e demanda de água de Boa Vista-PB

Segundo AESA (2011), o Estado da Paraíba possui no quadro de expectativas de acumulado de chuvas anuais, apresenta 21 municípios com climatologia inferior a 500 mm por ano, dentre eles o município de Boa Vista (Figura 1), Durante uma série de 13 anos (Figura 2) de acumulo de chuvas durante o ano, é percebido que por 7 anos, o município teve acolhimento de águas muito abaixo do que é considerado média para o local, deixando a cidade extremamente comprometida de reposição hídrica, e necessitando de abastecimento além fronteiras. Sendo também necessário prover acolhimento, quando nas chuvas elevadas, e que normalmente não são previstos obras de acolhimento, resultando em semelhante comportamento de necessidade, pois grande parte perde por escoamento e muitas vezes trazendo solo de arrasto e produzindo perdas das culturas e rompimento de açudes de pequeno porte.

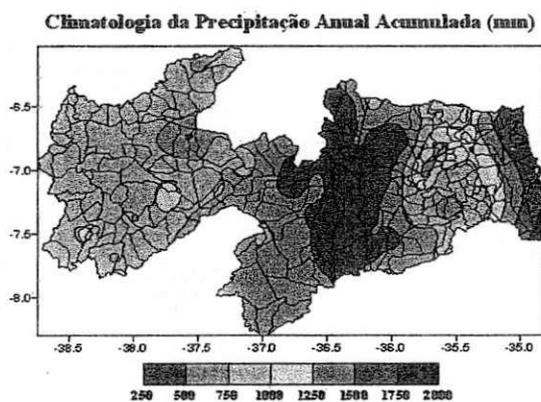


Figura 1. A precipitação anual acumulada está entre 250 e 500 mm (AESA, 2011)

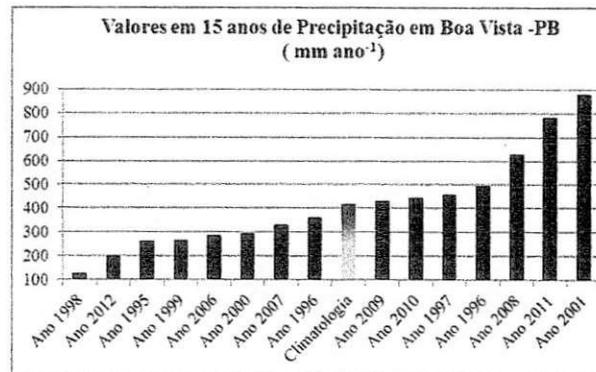


Figura 2. Sequência da menor a maior precipitação durante 15 anos de chuvas acumuladas anualmente no município de Boa Vista (AESA, 2013)

Verifica-se a distribuição das chuvas acumuladas ao longo dos meses, durante cada ano, e neste município observa-se que existem características de variação temporal elevada entre os meses e entre anos (Tabela 6), além de representar valores pequenos, que inviabiliza a maioria das culturas de ciclo anual, que necessitam em média de 300 a 500 mm num ciclo de 3 a 5 meses, não sendo assim uma climatologia esperada, suficiente para programação de eventuais explorações de agricultura de sequeiro. Os meses de agosto a dezembro com relação a alguns anos de acordo com a tabela 2 são marcados pela baixa ou quase nenhuma precipitação pluviométrica. Período muito

pequeno de chuvas e/ ou com irregularidades na distribuição ao longo do ano.
(Precipitação mensal e anual de Boa Vista-PB)

Tabela 2. Distribuição de chuvas acumuladas mensalmente, entre os anos de 1994 e 2010 no município de Boa Vista, PB.

Precipitação (mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Ano 2012	15,0	70,4	0,0	0,0	11,4	78,2	24,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	199,6
Ano 2011	81,2	94,8	56,7	109,2	195,2	63,2	126,2	31,8	0,0	0,0	23,6	0,0	781,9
Ano 2010	146,0	2,2	3,4	29,2	14,8	127,4	13,8	23,0	25,6	26,2	0,0	35,4	446,0
Ano 2009	18,4	84,8	23,8	98,4	76,6	34,8	32,4	46,2	0,0	0,0	0,0	14,4	429,8
Ano 2008	0,0	25,8	240,1	54,8	70,0	40,4	65,4	28,6	2,0	0,0	0,0	0,0	627,1
Ano 2007	2,0	102,1	43,6	72,4	29,8	29,0	20,9	15,8	14,8	0,0	1,6	0,0	332,0
Ano 2006	0,0	22,0	68,0	43,1	18,8	96,5	6,6	16,0	0,0	0,0	15,0	0,0	286,0
Ano 2000	5,2	0,0	94,9	30,3	0,0	46,2	55,8	24,5	17,8	22,5	0,0	0,0	297,2
Ano 2001	80,2	263,8	99,5	47,3	46,4	94,2	76,9	68,4	42,5	4,0	1,2	54,4	878,8
Ano 1999	19,0	35,6	62,0	3,6	21,7	20,4	28,3	8,0	1,8	9,1	0,0	54,7	264,2
Ano 1998	1,5	0,0	6,8	5,4	13,6	6,6	31,5	56,0	0,0	0,0	0,0	6,2	127,6
Ano 1997	90,0	18,6	105,7	92,8	66,0	13,0	35,9	23,2	3,8	0,0	0,0	8,4	457,4
Ano 1996	0,0	20,2	57,6	120,0	4,6	37,2	27,0	60,8	7,2	3,8	24,0	0,0	362,4
Ano 1995	2,8	11,8	95,5	19,1	36,2	31,2	45,2	6,2	0,0	0,0	15,4	0,0	263,4
Ano 1994	37,7	21,0	53,7	46,2	97,7	109,5	68,5	16,9	32,6	0,0	0,0	12,8	496,6
Climatologia	26,0	35,2	82,3	69,4	58,7	53,0	45,9	19,2	5,5	6,6	4,3	9,4	416,3

Fonte: AESA (2011)

Para ocorrer prosperidade e sustentabilidade em regiões com estas características, os solos a serem escolhidos para referidas práticas culturais, devem prevalecer solos profundos, de textura mediana para promover maior infiltração, além de ficar localizada em baixios, geralmente leitos de riachos pequenos ou linhas naturais de drenagem do terreno, quando ainda preservada, sem erosões.

Após atribuição de valores de consumo de água baseado em vários autores citados em Farias et al. (2012), sobre demanda de água para animais e o consumo diário para população para cidade de pequeno porte, é obtido a demanda de água líquida do município de Boa Vista (Tabela 3).

A climatologia do local é de 416,3 mm ano⁻¹ representa em volume, uma precipitação anual média esperada de 4.163,0 m³ ha⁻¹ o que na ausência de maior rede de pluviômetros, e de forma genérica, podemos extrapolar como referencia para todo o município, o que produziria um precipitado na área do município com 47.700 hectares uma ordem de 198.575,1 m³ ano⁻¹ de água dentro do divisor geopolítico do município de Boa Vista. O consumo de água em média para as pessoas e animais segundo valor

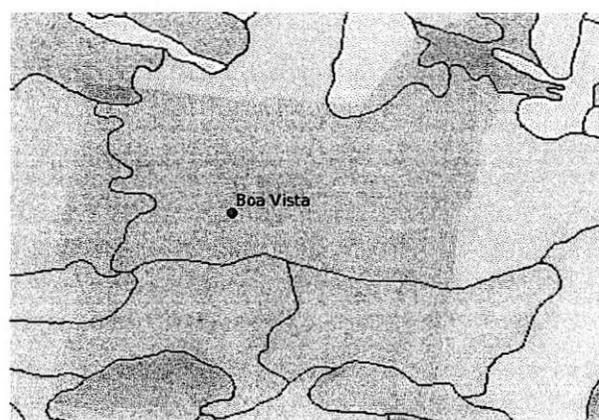
obtido na tabela 2 é de 635.834,02 m³ por ano, logo isto representa 0,32% do que chove em todo o município ao longo do ano baseado em média histórica.

Tabela 3. Demanda Líquida de água para animais de produção e população no município de Boa Vista, PB

DEMANDA	Quant.	Unid	L dia ⁻¹ cab ⁻¹	m ³ dia ⁻¹	m ³ ano ⁻¹
População estimada em 2010	6.277	Hab	150	941,55	343.665,75
Bovinos	6010	Cab	45	270,45	98.714,25
Eqüinos	160	Cab	30	4,8	1.752,0
Asininos	220	Cab	15	3,3	1.204,5
Muare	35	Cab	15	0,525	1.916,25
Suínos	378	Cab	7	2,646	965,79
Caprinos	11500	Cab	7	80,5	29.385,25
Ovinos	4300	Cab	7	30,1	10.986,5
Frangos (as), galos e pintos	140300	Cab	2	280,6	102.419
Galinhas	30020	Cab	2	60,040	21.914,6
Vacas ordenhadas	1350	Cab	50	67,5	24.637,5
Total de necessidade de água projetada				1742,011	635.834,02

Fonte IBGE, 2011, com pecuária estimada no ano de 2010, e população no ano de 2010.

Considerando os aspectos de perdas de água pela evapotranspiração potencial, onde no município vizinho de Boa Vista, indica uma perda potencial de 1.616,1 mm ano⁻¹ SUDENE (1984). Associado a uma expectativa de chuva muito baixa, existem solos rasos, sendo predominantes na região de solos Bruno não Cálcico e grande parte composto de Planosolo solodico (Solondez Solodizado) que tem muita influencia na liberação de sais durante o processo chuvoso, deixando os riachos com água salobra e salina, além de algumas manchas de Litólico Eutrófico (Figura 3) segundo a AESA (2011), tais condições são mais limitantes quando ao uso e capacidade de exploração agrícola do solo, exigindo consciência quanto a sua exploração produtiva.



Afloramento de Rocha

Bruno não Cálcico

Solonetz Solodizado

Figura 3. Características predominantes de tipos de solos existentes na região do município de Boa Vista –PB . Fonte: AESA (2012)

As Classes de Capacidade de Uso das Terras segundo AESA (2011) são 03, com maior proporção de Terras não cultivada com severas limitações, terras íngremes mais susceptíveis a erosão, próprias para cultivos contínuos e que se prestam mais para lavoura esporádica, também existem Terras com pedregosidade, severamente erodidas, arenosas e encharcadas, próprias para o abrigo de fauna silvestre e preservação de flora natural. É necessário o cuidado em conservar os solos agrícolas, pois o mesmo está ligado à prosperidade de poder infiltrar mais água durante as chuvas, disponibilizar mais nutrientes e conseqüentemente garantir uma produção, mesmo em situações de intervalos mais longos de precipitação, visto que os solos dessa região são rasos e jovens e além do mais apresentam problemas com teores de sais em suas águas, tanto superficiais, quanto subterrâneas, exigindo maior conhecimento do potencial destas fontes para a comunidade rural ter maior segurança no seu uso..

Observa-se então que a melhor atividade para o município, de forma sustentável seria para atividades de cultivos contínuos que se prestam mais para lavoura esporádica, que ainda assim necessita de planejamento de obras de reserva hídrica que possa prover em propriedades, a suficiência de água para a dessedentação animal, pois segundo o Projeto MAQUASU, financiado pela FUNASA-UFCG, percebe-se extremo risco de uso da água quanto ao teor de sais, e, portanto em muitas situações não é indicado o seu uso para dessedentação animal.

Observando a Figura 4, quanto à capacidade de uso do solo, observa-se que na legenda, a cor roxa indica-se “Terras com pedregosidade, severamente erodidas, arenosas e encharcadas, próprias para o abrigo de fauna silvestre e preservação de flora natural”, para manchas brancas “Terras íngremes mais susceptíveis a erosão, próprias para cultivos contínuos e que se prestam mais para lavoura esporádica” e para as manchas marrons “Terras não cultivadas com severas limitações para culturas permanentes e reflorestamento”.

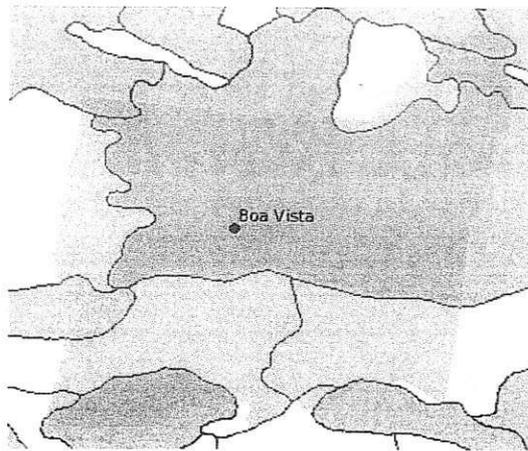
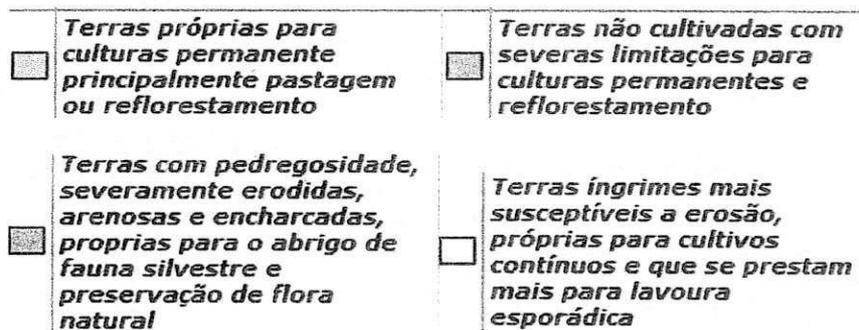


Figura 4. Características de Capacidade de uso do solo para região do município de Boa Vista -PB . Fonte: AESA (2012)



Qualidade de água quanto ao teor de sais de fontes do município.

O pH é uma característica de todas as substâncias, que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade, determinando pela concentração de íons de hidrogênio. No caso das águas para irrigação, o pH normal se situa entre 6,5 e 8,4 (AYERS; WESTCOT, 1999). Para consumo animal o indicado é o pH entre 6 e 9,5 o que podemos observar que em 100% das amostras estão dentro da normalidade (Figura 5).

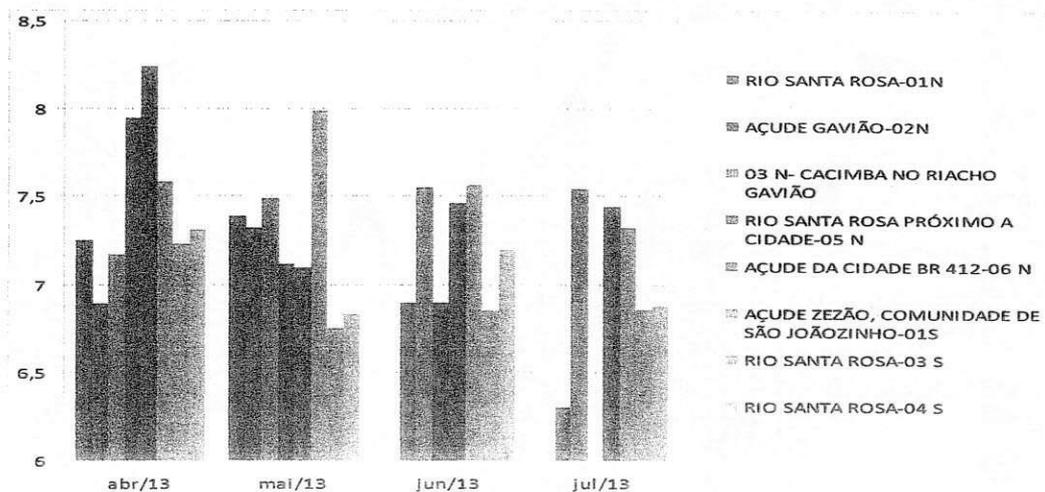


Figura 5. Distribuição temporal dos valores de pH nas fontes estudadas.

A variação de condutividade elétrica tendeu a ser crescente no Rio Santa Rosa e nos açudes, mesmo ocorrendo chuvas que foram discretas e não tiveram contribuição para recarga dos mananciais, tendo inclusive dificuldade de obter água no ultimo mês (Figura 6)

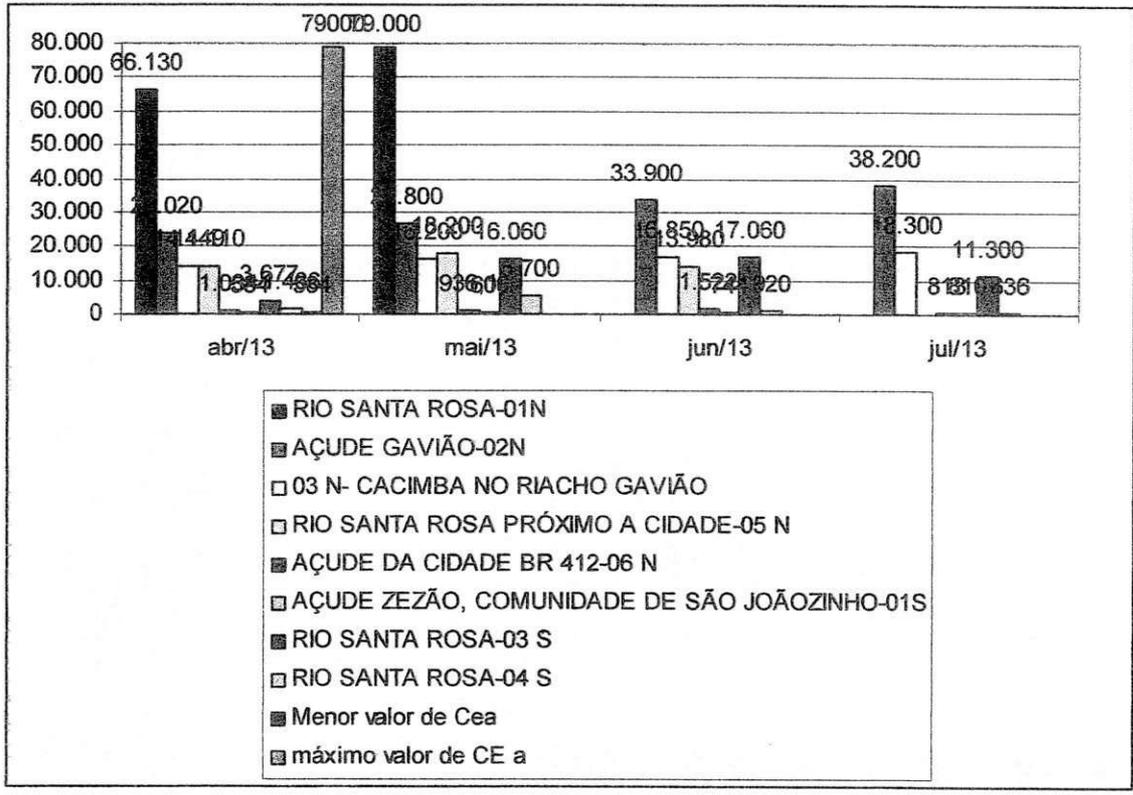


Figura 6. Distribuição temporal dos valores de Condutividade elétrica em uS/cm nas fontes estudadas. Entres os meses de abril a julho.

Classificação das águas quanto ao aspecto de consumo humano

Para classificação das águas quanto ao aspecto de consumo humano, utilizaram-se os parâmetros da portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, conforme tabela 4.

Tabela 4. Padrão de aceitação da água para consumo humano portaria 2914, 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH ⁽²⁾	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	Intensidade	6
Gosto	Intensidade	6
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,1
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT ⁽⁴⁾	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3
pH	Faixa de 6,0 a 9,5	

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

De acordo com os valores obtidos através dos parâmetros físicos-químicos dos sólidos totais (SDT), pH, sódio e cloretos e considerando ainda padrões exigidos pela portaria 2914/11, 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, 63,33% das amostras de água foram classificados como “com restrição” e 36,67% delas como “sem restrição”, para o parâmetro SDT. Classificando as águas conforme pH, nenhuma das amostras, localizadas no município de Boa Vista apresentaram restrição, o que demonstra que as águas superficiais e subsuperficiais possuem um alto nível de aceitação para consumo humano, em relação ao referido parâmetro. Já para 20% das amostras com relação aos cloretos, apresentam restrição quanto ao seu uso para

consumo humano e 26,67% em relação ao sódio apresentam restrição quanto ao seu uso.

Classificação pra fins de uso animal

É possível observar o comportamento de sais e suas variações, pela classificação diversa de fins de irrigação (Richard e UCCC) além de dessedentação animal (Tabela 5) resumo de classificação do uso das fontes, de acordo com a fonte e o tempo de investigação (abril a julho de 2013),

Tabela 5. Classificação da qualidade de água quanto ao risco de infiltração causado pela sodicidade da água, considerando os valores de RAS e CEa, para consumo animal

Fonte de água investigada	Classificação UCCC	Classificação para Irrigação Richard	Consumo animal Recomendação	Observação
RIO SANTA ROSA	SEVERO	C4	Não recomendável	Riscos muito grandes.
AÇUDE GAVIÃO	SEVERO	C4	Não recomendável	Riscos muito grandes.
CACIMBA NO RIACHO GAVIÃO	SEVERO	C4	Não recomendável	Riscos muito grandes.
RIO SANTA ROSA PRÓXIMO A CIDADE	SEVERO	C4	Não recomendável	Riscos muito grandes.
AÇUDE DA CIDADE BR-412	Baixo a Moderado	C3	Excelente	Adequada para todas as classes de gado e aves confinadas.
POÇO TUBULAR	SEVERO	C4	De uso limitado para o gado Não apta para as aves	Adequada com razoável segurança para bovinos de leite, de corte, ovinos, suínos e eqüinos. Evitar para fêmeas prenhas e em lactação. Não adequadas para aves domésticas.
AÇUDE ZEZÃO	Baixo a Moderado	C2 C3	Excelente	Adequada para todas as classes de gado e aves confinadas
RIO SANTA ROSA-03S	SEVERO	C4	Não recomendável	Riscos muito grandes.
RIO SANTA ROSA-04S	SEVERO	C3 C4 C3 C2	Satisfatória para o gado Não apta para as aves	Pode produzir diarreia temporária ou não ter aceitabilidade por animais não acostumados a ela. Provoca frequentemente excrementos aquosos, aumento de mortalidade e redução de crescimento, especialmente em perus.

Qualidade de água para consumo animal

Segundo a Academia Nacional de Ciências dos EUA, as águas para consumo animal são definidas por classe A, B, C, D, E e F. De acordo com os resultados das análises das águas dos açudes, rios e poço, as mesmas foram distribuídas nas diferentes classe, conforme Tabela 9. As 12 amostras (40%) de água da classe F, por apresentarem condutividade elétrica acima de 16 dS/m, são considerados de alto risco e o seu uso não é recomendado para consumo animal. As 5 amostras com 16,67% de uso limitado não adequada para aves e provavelmente para suínos. Grande risco para vacas lactentes ou prenhas, ovinos e eqüinos. Evitar seu uso, embora os ruminantes, cavalos, suínos e aves mais velhos possam subsistir em certas condições, se encontram classificadas na classe E. Na classe D, 3,33% das amostras se encontram com uso limitado para o gado e não apta para as aves, adequada com razoável segurança para bovinos de leite, de corte, ovinos, suínos e eqüinos. Evitar para fêmeas prenhas e em lactação. E não adequadas para aves domésticas. Já a classe C apresenta um percentual de 3,33% satisfatória para o gado e não apta para as aves. Pode produzir diarreia temporária ou não ter aceitabilidade por animais não acostumados a ela. Provoca freqüentemente excrementos aquosos, aumento de mortalidade e redução de crescimento, especialmente em perus. A classe B apresenta um percentual de 6,67% é uma classe de água muito satisfatória, Adequada para todas as classes de gado e aves confinadas. Provoca diarreia temporária em gado não acostumado e excrementos aquosos nas aves. E finalmente a classe A, com 30% das amostras de água com excelente qualidade. Adequada para todas as classes de gado e aves confinadas (Ayers & Westcot, 1999)

Tabela 6. Classificação das águas do município de Boa vista para consumo animal segundo normas da Academia Nacional de Ciências dos EUA

Classe	Salinidade (dS/m)	Nº Amostras	%
A	< 1,5	9	30%
B	Entre 1,5 e 5	2	6,67%
C	Entre 5 e 8	1	3,33%
D	Entre 8 e 11	1	3,33%
E	Entre 11 e 16	5	16,67%
F	>16	12	40%

Qualidade de água por pH e magnésio para consumo animal

Na classificação de água para consumo animal, além da condutividade elétrica geralmente se observam o pH e o magnésio.

Os níveis de magnésio para consumo animal; ave confinada, suínos, eqüinos, vacas lactantes e ovelhas não devem ultrapassar os 250 mg L^{-1} (21 meq L^{-1}). De acordo com este critério, das fontes analisadas em Boa Vista 60% das amostras estão aptas para consumo; para bovinos de corte, que possuem tolerância em nível de 400 mg L^{-1} (33 meq L^{-1}) a quantidade apta é de 56, 56% das amostras de água; ovinos adultos alimentado com feno, cuja tolerância é de 500 mg L^{-1} (41 meq L^{-1}), o número de amostras aptas é de 53,33% das fontes analisadas, apenas 1 amostra de água teve seu valor máximo permitido superado 500 mg L^{-1} .

Classificação das águas do município de Boa Vista para uso em irrigação, pelo método de Richards (1954)

A condutividade elétrica (CEa) é o primeiro parâmetro usado por Richards para classificar as águas para irrigação quanto ao perigo de salinidade. Os resultados obtidos com as análises de água dos açudes, poços e rios do município de Boa Vista apresentaram 4 amostras pertencentes à classe C2, 7 amostras pertencentes à classe C3 19 amostras pertencentes à classe C4 (Tabela 7);

Tabela 7. Classificação das águas do município de Boa Vista para uso em irrigação, segundo normas de Richards (1954).

Classe	Limites de CEa uS/cm	Perigo de salinidade	Qualidade da água	Amostras	%
C1	< 250	Baixo	Excelente	0	0%
C2	250 a 750	Médio	Boa	4	13,33%
C3	750 a 2.250	Alto	Regular	7	23,33%
C4	>2.250	Muito alto	Ruim	19	63,33%

De acordo com a tabela 6, 63,33% das amostras de água para uso na irrigação, tem qualidade ruim e apresentam um perigo muito alto de salinização. Cerca de 23% apresentam um alto nível de risco de salinização e 13,33% com qualidade de água boa para irrigação.

Classificação da qualidade das águas do município de Boa Vista conforme Comitê de Consultores da Universidade da Califórnia (UCCC)

Para uso em irrigação, em relação aos problemas provocados por bicarbonato e pH

De acordo com a tabela 8, em 100% das amostras o pH se encontra em níveis normais, para uso em irrigação. Para o HCO_3 96,67% das amostras se encontram nos parâmetros de ligeira a moderada o grau de restrição para uso em irrigação, devido a elevada quantidade dos íons bicarbonatos

Tabela 8. Classificação das águas do município de Boa Vista para uso em irrigação, em relação aos problemas provocados por bicarbonato (HCO_3) e pH (UCCC)

Características		Grau de restrição para uso	Nº Amostras	%
Quanto ao HCO_3 (meq/l)	< 1,5	Nenhuma	1	3,33%
	1,5-8,5	Ligeira a moderada	29	96,67%
	>8,5	Severa	0	0%
pH	6,5-8,4	Normal	30	100%

Em relação aos problemas provocados pelos íons sódio e cloreto

Segundo a classificação da UCCC diante da presença de sódio e cloreto, é obtido a seguinte classificação nas 30 amostras de águas analisadas (Tabela 9).

Tabela 9. Classificação da qualidade das águas do município de Boa Vista para o método utilizado em irrigação, considerando os íons sódio e cloreto (UCCC, 1974)

Características		Grau de restrição para uso	Nº Amostras e %
		Irrigação por superfície	
Quanto ao sódio (meq/l)	<3,0	Nenhuma	0 - 0%
	3,0-9,0	Ligeira a moderada	7 - 23,33%
	>9,0	Severa	23 - 76,67%
Quanto ao cloreto (meq/l)	<4,0	Nenhuma	5 - 16,67%
	4,0-10	Ligeira a moderada	6 - 20%
	>10	Severa	19 - 63,33%
		Irrigação por aspersão	
Quanto ao sódio (meq/l)	<3	Nenhuma	0 - 0%
	>3	Ligeira a moderada	30 - 100%
Quanto ao cloreto (meq/l)	<3	Nenhuma	0 - 0%
	>3	Ligeira a moderada	30 - 100%

Considerando a CEa .

De acordo com os valores da Tabela 8, 10% do número de amostras de água não apresentam restrição alguma de uso em relação à CEa , segundo as diretrizes para avaliação da qualidade de água proposta por Ayers; Westcot (1999). Esta avaliação apresentou 63,33% das amostras com severa restrição para uso agrícola e 26,67% com restrição de ligeira a moderada das águas de concentração salina para o mesmo uso. Essas águas provocam um grave problema, pois levam para o solo grandes quantidades de sais, por meio da irrigação, os seus teores de sais aumentam a cada irrigação se acumulando na zona radicular das plantas. A lâmina aplicada de água para irrigação deve ser levemente superior a consumida pela planta, para que os sais possam ser carregados para profundidades que não atinjam a raízes das plantas, e não afetem as culturas. A sodicidade ocorre quando a concentração de íons Na^+ é mais elevada do que dos íons Ca^{++} e Mg^{++} causando um deslocamento de Na no solo, afetando o desenvolvimento das raízes das plantas por alterar as propriedades físico-hídricas do solo, diminuindo sua permeabilidade em decorrência da compactação, em condições secas, e causando dispersão e floculação, em condições úmidas(LIMA, 1997). Alguns problemas de sodicidade podemos encontrar quando usamos água desta ordem com severa restrição pela RAS, podemos citar que a água aplicada ao solo, seja por irrigação ou pela chuva, fica por um tempo prolongado no solo, promovendo um maior escoamento superficial e com isso uma infiltração muito lenta, com probabilidade alta de encharcamento na zona das raízes das plantas, em consequência a planta não absorve a quantidade de água necessária, e por não ter maior aeração, acaba havendo redução na produção, pois impede que as raízes se desenvolvam e também causam problemas de germinação e emergência das plantas.

Tabela 10. Classificação da qualidade das águas do município de Boa Vista para irrigação, considerando a CEa

Características		Grau de restrição para uso	Nº Amostras	%
Quanto a CE (dS/m)	< 0,7	Nenhuma	3	10%
	0,7-3,0	Ligeira a moderada	8	26,67%
	>3,0	Severa	19	63,33%

Prognósticos de obras de captação de água adequadas para o município

Após observar valores baixos de precipitação, alto valor de evapotranspiração, e reconhecimento de solos rasos, o que impede armazenamento de água por infiltração, e muitas fontes de água superficial e subsuperficial com alto teor salino, é perceptível que o caminho de sustentabilidade hídrica em tais ambientes resulta em enquadrar o melhor, de acordo com as oportunidades de relevo e de quantidade de população a ser beneficiada. Uma solução que poderia ser adotada para o fornecimento de água para uma atividade econômica no município de Boa Vista, seriam águas subterrâneas (poços artesianos e profundos) para os animais, desde que a qualidade da água ainda fosse adequada para animais propostos na atividade agropastoril, e projetado a demanda de forma que fosse estimada suficiente para suprir, de forma bem distribuída nas áreas de pastoreio, como forma de animal diminuir suas perdas energéticas fazendo caminhadas longas em busca de saciar a sede, só planejando bebedouros pela propriedade, teremos uma atividade de produção animal próspera e isenta de infestação de verminoses típicas em caso de acesso dos animais em açudes nas propriedades, aumentando a poluição dos mananciais.

Para população rural, considerando que grande parte dos riachos e rios de maior porte, está contaminada por esgotos, em casos individuais e isolada de comunidades rurais, é através da captação em telhados, lajedos ou calçadas, visando acolhimento para cisternas de placas, em diversos tamanhos de acumulação, desde as mesmas fossem com tampas, pois isto evitaria as altas perdas de evaporação, e manteria a água mais preservada de contaminações. Segundo folhetos de divulgação da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), esse tipo de cisterna pode ser construído com placas de cimento, cimento e tela, anéis de concreto, alambrados e outros materiais além de uma parte do reservatório ficar enterrada para dar mais resistência à estrutura e vale salientar que este procedimento emergencial não tem a pretensão de apresentar a solução completa para os problemas enfrentados pelos agricultores desse município, entretanto, não deixa de ser um método de trabalho que trará benefícios significativos aos nossos agricultores, considerando que: A implantação dessas cisternas contribuirá para minimizar os efeitos da seca que afetam as populações rurais; e o armazenamento de água nessas cisternas contribuirá para o consumo familiar nas épocas críticas, como o atual período de seca.

Desta forma tem como objetivo comum suprir o homem do campo com água potável e diminuir a proliferação de doenças oriundas das águas de açudes e riachos, captando e guardando água da chuva para beber e cozinhar.

As cisternas rurais de "placas" otimizam o tempo antes gasto na busca pela água, permitindo que mulheres e crianças, principais responsáveis pela atividade, possam se dedicar a outros afazeres. Além disso, a boa qualidade da água proporciona mais saúde para quem consomem, essas cisternas têm capacidade individual de armazenamento de 16 mil litros de água onde elas podem ser construídas pelos próprios trabalhadores de cada comunidade, logo após um treinamento. Cisternas com capacidade para 16.000 litros ou 16 m³ (Figura 15), distribuídas em áreas críticas dos Distritos do Município, atingidos pelo prolongado período de estiagem de forma que fossem multiplicadas de acordo com a área do telhado da casa, e o regime de chuvas do município poderia promover não apenas uma por cada residência, mas duas ou três, de forma interligada, que na sangria de uma, recarregasse a seguinte, ou mesmo construísse em lados distintos da casa, cada uma recebendo a queda de água de um dos lados. O importante no caso de sustentabilidade hídrica para as pessoas e animais, é ter a quantidade dos mesmos na propriedade e realizar o planejamento do que precisa, reconhecendo as fontes existentes e planejando novas construções se assim for necessário, mas nunca criar muitos animais, com deficiência hídrica existente, pois os animais passam a andar muito, gastando a energia consumida durante o pastoreio, e o aspecto econômico de acúmulo de peso fica então comprometido, e em casos extremos a morte de vários animais pela falta de água. Outra alternativa seria a construção de cisternões (Figura 16) que captam água da chuva e possuem capacidade de captação de 52 mil litros utilizando calçadões como forma de captação ou mesmo lajedos..

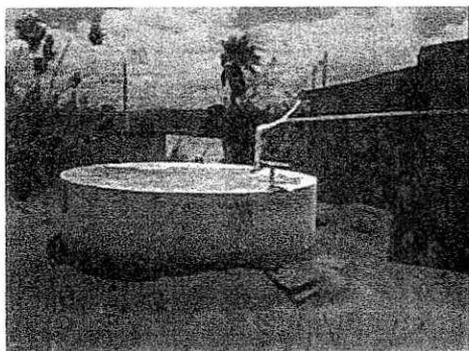


Figura15-Cisterna de placa (FONTE: Autores, 2011)

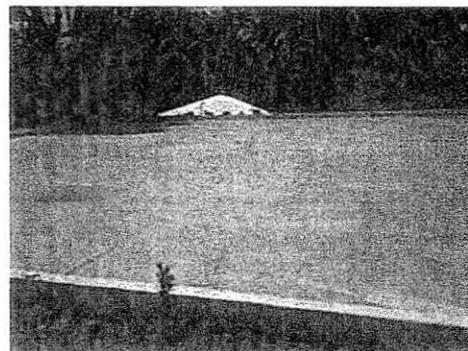


Figura 16-Capacidade de 52 mil litros (FONTE: Autores, 2011)

CONCLUSÕES

O município de Boa Vista encontra-se no grupo dos 21 municípios da Paraíba com climatologia abaixo de 500 mm ano⁻¹, exigindo maior atenção no aspecto de captação de água durante o processo chuvoso para prover as necessidades do local.

Mesmo com valores baixos de precipitação, o comprometimento de políticas públicas e ações de planejamento no provimento hídrico humano e animais de produção representaria menos de 0,32% do que precipita no divisor geopolítico do município.

Decorrente de alta evapotranspiração e predominância de solos rasos (Bruno não cálcico e Litólico eutrófico) e em muitas partes já com ação antrópica do desmatamento (sem cobertura de vegetação), tais fatores promovem maior escoamento e erosão, e conseqüentemente impedem maior infiltração e armazenamento de água para prover demanda das culturas.

As águas para consumo humano, animal e irrigação com relação ao pH, estão dentro da normalidade em 100% das amostras. Das 63,33% amostras de água para o parâmetro SDT, foram classificadas como “com restrição” e 36,67% delas como “sem restrição”. Já para 20% das amostras com relação aos cloretos, apresentam restrição quanto ao seu uso para consumo humano e 26,67% em relação ao sódio apresentam restrição quanto ao seu uso.

A avaliação apresentou 63,33% das amostras com severa restrição para uso agrícola e 26,67% com restrição de ligeira a moderada das águas de concentração salina para o mesmo uso com relação à CEa. Para o HCO₃ 96,67% das amostras se encontram nos parâmetros de ligeira a moderada o grau de restrição para uso em irrigação, devido a elevada quantidade dos íons bicarbonatos, das fontes analisadas em Boa Vista 60% das amostras estão aptas para consumo animal em relação ao magnésio.

REFERÊNCIAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, acessado em <<http://geo.aesa.pb.gov.br/> e <http://www.aesa.pb.gov.br/> > em set 2011.

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2000. Brasília: DNPM, v.29, 2000. 401p.

AZEVEDO, A.C. e DALMOLIN, R.S.D. **Solos e Ambiente: uma introdução**, ED. Pallotti, Santa Maria-RS, 2004.

BARRÊTO, J.F. Avaliação dos recursos hídricos da sub-bacia hidrográfica do rio taperoá. Dissertação de mestrado, universidade Federal de campina grande, 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Minas e Metalurgia; CPRM – Serviço Geológico do Brasil [CD ROM] **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil, Sistema de Informações Geográficas SIG**. Mapas na escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em 04 CD's.

CARNEIRO, J.O. **Recursos de Solo e Água no Semi-Árido Nordeste**. João Pessoa: A UNIÃO, 1998.115 p.

DAKER, A. Irrigação e Drenagem 4ª ed. Rio de Janeiro. Liv. Freitas Bastos S.ª 1970 453p.

EMBRAPA –Empresa Brasileira
acessado <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pb>>, em Nov de 2012.

FAO/UNESCO. Irrigation, drainage and salinity. Paris, Hutchison, 1973. 510p.

FARIAS, S. A. R., BARACUHY, J.G. DE V., SANTOS, J.S. DOS, FERREIRA, A.C., FERNANDES NETO, S., ROCHA, J.S.M. DA, Capítulo 6-Gestão de bacia hidrográfica. Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro. CNPQ, Campina Grande-PB, EPGRAF, 2012, 511P.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Acessado <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> em set 2011.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Geografia do Brasil. Região Nordeste**. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. Disponível em 1 CD.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Mapas Base dos municípios do Estado da Paraíba*. Escalas variadas. Inédito.

LARAQUE, A. Estudo e previsão da qualidade de água de açudes do Nordeste semi-árido brasileiro. Recife, SUDENE 1989. 59P.

PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA-**Diagnóstico do município de Gurjão-2005**

REBOUÇAS, A. da C.; MARINHO, M.E. **Hidrologia das Secas do Nordeste do Brasil**. Recife, SUDENE-DNR, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p

RODRIGUES e SILVA, F. B.; SANTOS, J.C.P.; SILVA, A. B. et al [CD ROM] **Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico**. Recife: Embrapa Solos. Petrolina: Semi-Árido, 2000. Disponível em 1 CD

SUDENE, Dados Básicos Climatológicos do Nordeste, Recife-PE, 1984.

University of California Committee of Consultants- UCCC. Guidelines for interpretation of water quality for agriculture. Davis, University of California, 1974. 13p