



Microbacia do riacho Angico, Paraíba: uso de águas de qualidade inferior para consumo humano¹

Francisca M. de Oliveira²; Soahd A. R. Farias²; Beatriz S. O. de Ceballos³;
Carlos A. V. de Azevedo²; José G. de V. Baracuh² & Niwton L. de Araújo⁴

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Campina Grande-UFCG

²UAEAg/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310-1055.

E-mail: magnolia_ufcg@yahoo.com.br; soahd@ig.com.br; cazevedo@deag.ufcg.edu.br; hans@deag.ufcg.edu.br

³UEPB/Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa. Avenida das Baraúnas, 351, Bodocongó, CEP: 58109-753, Campina Grande, PB. Fone (83) 3315-3362. E-mail: bs@superig.com.br

⁴SESC-CENTRO. Rua Jiló Guedes, 650, Centro, CEP 58103-375, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3341-5800. E-mail niwton_araujo@yahoo.com.br

Protocolo 154

Resumo: Este trabalho avalia a qualidade da água superficial e subterrânea para consumo humano por usuários da localidade de Paus Brancos, na microbacia do riacho Angico, no semi-árido paraibano. A pesquisa foi realizada no período de 11 meses, de maio de 2003 a março de 2004, englobando um total de 9 fontes (2 açudecos, 5 poços tubulares com cata-ventos e 2 poços amazonas). Os açudes apresentaram as melhores características físicas e químicas para consumo humano, com exceção da concentração elevada de ferro, e as demais fontes fogem do valor máximo permitido pela Portaria 518/04 MS. A avaliação microbiológica indica que os poços tubulares PT1 e PT2 tiveram 50 e 37,5% das amostras coletadas com contaminação por coliformes termotolerantes, não sendo aptas, portanto, para consumo humano. Os açudes e poços amazonas apresentaram os valores mais altos dos parâmetros microbiológicos. Assim, nenhuma fonte de água teve condições sanitárias satisfatórias, sendo consideradas de risco para a saúde pública.

Palavras-chave: parâmetros microbiológicos, semi-árido paraibano, Portaria 518/04 MS

Micro watershed of River Angico, State of Paraíba: use of waters of inferior quality for human consumption

Abstract: This work evaluates the quality of the surface and underground water for human consumption by users of the Paus Branco locality, in the micro watershed of the Angico river, in the semi-arid region of Paraíba state. The research was carried out over a period of 11 months, from May, 2003 to March, 2004 and included a survey of a total of 9 water sources (2 small dams, 5 tube wells with weather vanes and 2 shallow wells). The small dams presented the best physical and chemical characteristics for human consumption, except for the high concentration of iron, and the other sources exceeded the maximum value allowed by the Resolution 518/04 MS. The microbiological evaluation indicates that the tube wells PT1 and PT2 had 50 and 37.5% of the collected samples contaminated by thermotolerant coliforms, and therefore unsuitable for human consumption. The small dams and shallow wells presented the highest values of the microbiological parameters. Thus, no source of water had satisfactory sanitary conditions, therefore must be considered as risk for the public health.

Key words: microbiological parameters, semi-arid Paraíba, Resolution 518/04 MS

INTRODUÇÃO

No semi-árido do Nordeste do Brasil, é uma constante a busca por fontes de água para consumo humano, devido à irregularidade das precipitações e à sua concentração em poucos meses do ano. Esta característica, unida às temperaturas elevadas, e a alta taxa de evaporação, junto com a falta de

conservação ambiental, aceleram a deterioração da qualidade da água pela concentração de sais e de poluentes. Esta situação dificulta a preservação das fontes de água destinadas ao consumo humano de pequenas comunidades não beneficiadas com água tratada.

A contaminação microbiológica das águas decorre da falta de saneamento básico, associada ao uso não planejado das

bacias hidrográficas. No Nordeste oriental, apenas 57% dos distritos têm coleta de esgoto (IBGE, 2000). A situação é mais grave ao se considerar que nem todo o esgoto produzido é coletado e somente entre 20 e 50% do coletado recebem algum tratamento, geralmente incompleto, não produzindo efluentes com os padrões de lançamento. Por outro lado, a salinização natural ou antropogênica limita o uso dessas águas para irrigação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade da água para consumo humano, entre outros usos, em um assentamento de 72 famílias sem água potável, considerando-se alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se levantamento das 9 principais fontes de água de uma microbacia pertencente à região do curso médio do Rio Paraíba, reconhecida como microbacia Riacho Angico, que é afluente do Rio São Pedro (Figura 1), que deságua no Rio Bodocongó, afluente do Rio Paraíba. As Figuras 1A e 1B apresentam a localização da microbacia e dos pontos de amostragem.

A microbacia do Riacho Angico (Figura 1B) está localizada na divisa dos municípios de Campina Grande e Caturité, PB, em área estritamente rural, onde reside grande parte das 72 famílias assentadas de Paus Brancos, sob a tutela do Instituto de Terras da Paraíba – INTERPA, desde 1988; sua extensão territorial é de 2.309,70 ha (Baracuh, 2001), e está localizada entre as latitudes 07° 25' 00" e 07° 20' 00" Sul e longitudes 36° 02' 20" e 36° 07' 00" Oeste. O período da pesquisa de campo (amostragens) foi de 11 meses (maio/2003 a março/2004) sendo amostradas 9 fontes de água com o total de 73 amostras para análises físicas e químicas. As fontes estudadas foram georreferenciadas (Tabela 1).

As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAG/UFCG), utilizando-se metodologia da EMBRAPA (1997). Os parâmetros analisados, foram: teores de sódio, cloreto, ferro, CEA, SDT e pH, entre outros. Para as análises microbiológicas, as coletas ocorreram em 8 meses (julho/2003 a fevereiro/2004) colhendo-se 60 amostras. Analisaram-se coliformes termotolerantes e bactérias heterótrofas mesófila, utilizando-se metodologias de APHA

Tabela 1. Coordenadas das fontes de água estudadas na microbacia do Riacho Angico, na sub-bacia do médio rio Paraíba, PB

Fontes	Nom.*	Longitude Oeste			Latitude Sul		
		(o)	(')	(")	(o)	(')	(")
Poço amazonas 1	PA1	36	02	22,2	07	21	59,6
Poço amazonas 2	PA2	36	02	27,7	07	21	59,0
Açudeco 1	AÇ1	36	04	28,2	07	22	04,7
Açudeco 2	AÇ2	36	04	05,8	07	22	19,4
Poço tubular/cata-vento 1	PT1	36	03	11,9	07	22	03,4
Poço tubular/cata-vento 2	PT2	36	03	25,3	07	22	07,1
Poço tubular/cata-vento 3	PT3	36	03	59,8	07	22	15,7
Poço tubular/cata-vento 4	PT4	36	03	58,1	07	22	46,7
Poço tubular/cata-vento 5	PT5	36	04	35,5	07	22	41,5

(1998). As análises foram feitas no Laboratório da Área de Saneamento Ambiental (AES/DEC/UFCG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos climáticos durante a pesquisa

Observou-se, na distribuição de chuvas acumuladas mensais de janeiro/2003 até maio/2004 (Figura 2), o que permite avaliar todo o período da pesquisa. Em 2003 foram registrados 528,7 mm de precipitação pluviométrica, valor este um pouco acima da média climatológica local, de 519,4 mm ano⁻¹, ano em que ocorreu, no mês de abril, o maior acúmulo mensal, sendo dezembro o mês de menor precipitação. Em 2004, desde janeiro a maio se registraram 591,2 mm, ou seja, nota-se que em apenas 5 meses choveu quase todo o volume anual. A maior precipitação se deu em janeiro (298,3 mm), sendo uma situação atípica para este mês na região. Essas variações do ciclo chuvas-secas afetaram a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. As chuvas impediram as coletas de água no mês de janeiro, pela impossibilidade de acesso ao local: O Rio São Pedro e seus afluentes apresentaram fluxo constante de água durante 25 dias seguidos.

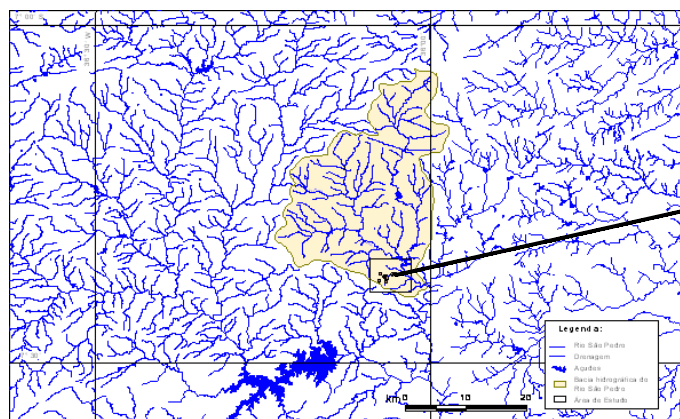


Figura 1. Localização da sub-bacia do Rio São Pedro, pertencendo à região do curso médio da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (LMRS, 2004) (A) e localização das fontes de água da pesquisa na microbacia do riacho Angico, inserido em mosaico de fotografia aérea, apresentado em Baracuh (2001) (B)

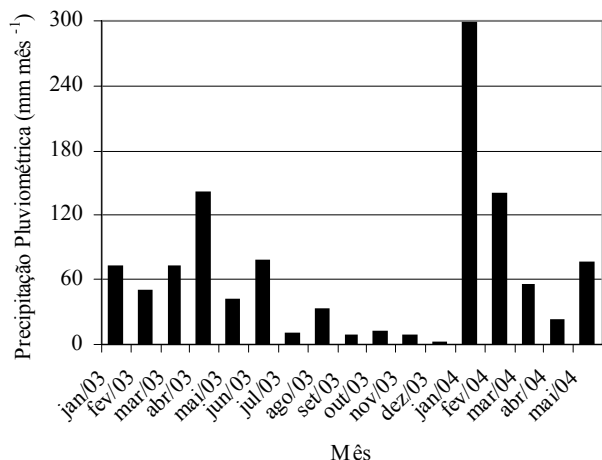


Figura 2. Precipitação no posto pluviométrico da Fazenda Emas, no município Caturité, PB (registrado na latitude sul 7° 23' 14" e longitude oeste 36° 03' 53"), próximo ao local em estudo, no período janeiro/2003 a maio/2004. Fonte: LMRS (2004)

Parâmetros físicos e químicos

A Tabela 2, mostra os valores médios, máximos e mínimos de pH em todas as fontes, cujos valores variaram entre 6,61 a 8,89, ou seja, desde ligeiramente de ácido a básico, estando adequado em todas as fontes para o consumo humano (Portaria 518MS/04). Os maiores valores se distribuíram entre os poços e um

açudeco, não sendo possível encontrar associação entre localização geográfica, metabolismo do corpo de água e pH. Na mesma tabela se destacam os valores de condutividade elétrica, calculados a partir dos valores de SDT após dividir seu valor individual de cada amostra pelo fator 640 (Richards, 1954), para obter CE em dS m^{-1} . As fontes superficiais AÇ1 e AÇ2 apresentaram valores inferiores ao VMP segundo o normativo do Ministério da Saúde enquanto as fontes subterrâneas PT1 e PT2, com intenso uso para consumo humano, apresentaram valores superiores ao permitido (1.000 mg L^{-1} , Portaria 518-MS/2004). Devido à falta de outra fonte de melhor qualidade, a comunidade utiliza essas águas para consumo humano, contando com um dessalinizador e cisternas para armazenar a água filtrada. Destaca-se que há uma contradição entre a Portaria Nº 518/04 do MS e a Resolução CONAMA (2005), que aceita apenas 500 mg L^{-1} de STD para água de classes 2 e 3, e que correspondem às classes aptas para o consumo humano após tratamento. As maiores variações da CE entre o período chuvoso e o seco, ocorreram nos poços amazonas, sendo o poço tubular PT5, o dos valores mais extremos. Este poço está localizado na parte alta da microbacia, onde as fontes de água são escassas.

A menor concentração de sais foi observada no açude AÇ1, usado para consumo animal, que entra na água para beber contaminando-a. Para um manejo racional desta água, pode-se aumentar a capacidade do açudeco e reservá-lo para consumo humano, o qual proveria grande parte dos habitantes do local

Tabela 2. Valores dos parâmetros físicos e químicos das nove fontes de águas analisadas durante o período maio/2003 a março/2004, na microbacia do riacho Angico, na divisa dos municípios de Campina Grande e Caturité, ambos na Paraíba

MÊS	PA1	PA2	AÇ1	AÇ2	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
Nº de amostras	10	10	7	4	9	9	8	8	8
pH segundo portaria 518/04 MS: VMP 6,2 e 9,4)									
Média	7,66	7,68	7,25	7,99	6,97	6,89	7,99	7,22	7,32
D. Padrão	0,22	0,26	0,44	0,57	0,21	0,25	0,32	0,29	0,22
Mediana	7,62	7,72	7,15	7,87	6,89	6,8	7,95	7,04	7,25
Máximo	7,94	8,18	8,13	8,72	7,51	7,47	8,60	7,70	7,79
Mínimo	7,29	7,30	6,76	7,49	6,86	6,61	7,53	7,00	7,14
CE (dS m^{-1}) VMP da portaria 518/04 MS SDT = 1000 mg L^{-1} ou CE = $1,56 \text{ dS m}^{-1}$)									
Média	3,75	1,98	0,30	0,23	2,42	2,22	2,98	3,53	4,79
D. Padrão	0,75	1,58	0,14	0,04	0,34	0,22	0,48	0,22	0,15
Mediana	4,04	1,64	0,27	0,24	2,54	2,25	3,16	3,62	4,80
Máximo	4,40	3,96	0,54	0,27	2,74	2,66	3,40	3,74	4,99
Mínimo	1,80	0,18	0,12	0,19	1,57	1,89	2,02	3,12	4,46
Sódio (meq L^{-1}) VMP da portaria 518/04 MS 200 mg L^{-1} ou $5,1 \text{ meq L}^{-1}$)									
Média	21,12	9,97	0,62	0,48	8,88	6,40	11,84	9,43	21,22
D. Padrão	5,14	9,96	0,23	0,14	1,40	0,65	4,76	0,57	3,30
Mediana	21,61	5,03	0,56	0,47	9,25	6,16	10,80	9,46	21,61
Máximo	28,82	26,76	0,89	0,67	10,28	7,91	22,64	10,28	25,73
Mínimo	9,46	0,35	0,35	0,33	6,68	5,85	6,47	8,63	17,49
Cloreto (meq L^{-1}) VMP da portaria 518/04 MS 250 mg L^{-1} ou $7,0 \text{ meq L}^{-1}$)									
Média	32,69	16,93	1,10	0,46	18,38	18,81	25,75	33,07	50,46
D. Padrão	6,94	17,76	1,10	0,40	3,50	2,82	5,64	3,32	1,14
Mediana	34,15	9,74	0,90	0,37	19,40	17,75	28,43	34,56	50,76
Máximo	38,80	44,13	3,35	0,97	21,37	25,80	29,15	35,44	51,78
Mínimo	14,48	0,18	0,22	0,12	9,45	16,74	13,56	26,21	48,55
Ferro (ppm) VMP da portaria 518/04 MS 0,3 ppm									
Média	0,24	0,61	4,42	1,39	0,30	0,52	0,40	0,96	1,26
D. Padrão	0,16	0,45	2,58	0,92	0,20	0,19	0,10	0,47	1,66
Mediana	0,23	0,55	4,92	1,23	0,23	0,55	0,39	0,91	0,47
Máximo	0,63	1,35	7,15	2,62	0,71	0,79	0,55	1,90	4,45
Mínimo	0,07	0,15	0,63	0,47	0,07	0,23	0,31	0,23	0,23

com água de baixo teor de sais, embora se tenha que avaliar a qualidade bacteriológica, antes de destiná-lo para uso humano, sem tratamento. A Portaria 518 MS/2004 expressa claramente que só há uma qualidade de água para consumo humano: aquela que cumpre os padrões de potabilidade. Numa abordagem sanitária e não hidrológica, melhor seria prover a população com um método para o tratamento dessa água, até torná-la potável.

Os teores de sódio das fontes AÇ1, AÇ2 e PA2 no período chuvoso, foram inferiores ao VMP de 5,1 meq L⁻¹ (Portaria 518-MS/2005), sugerindo sua aptidão para consumo humano. As fontes restantes apresentaram concentrações de sódio superiores à recomendada. A salinização natural dos corpos de águas nordestinas situados no cristalino pré-cambriano, se relaciona com a própria constituição geológica da região. As maiores variações temporais das concentrações sódio ocorreram em ordem decrescente, desde PA2 a PT3 a AÇ1, o que mostra independência da qualidade da água entre as diferentes fontes e indica efeitos reduzidos às microbacias específicas.

Os valores de cloretos (Cl) em AÇ1 e AÇ2 foram inferiores ao VMP, com teores mais baixos na fonte PA2 apenas no período chuvoso (fevereiro a julho), indicando diluição deste íon com as águas de chuva. Nas fontes restantes, os valores superaram o limite permissível para uso humano. Houve grandes variações nos valores temporais deste parâmetro sendo, em ordem decrescente PA2, AÇ1 e AÇ2. Nos poços tubulares não houve grandes variações das concentrações iônicas, o que é esperado, visto que a entrada de poluentes nessas águas, ou a influência geológica, é mais lenta que nas águas superficiais.

O ferro (Fe⁺³) em excesso é prejudicial à saúde e causa sabor amargo na água e efeito adstringente; também confere cor amarela e turbidez, limitando seu uso tanto para consumo como para lavagem de roupa e utensílios domésticos e para uso industrial. O valor limite para ferro em águas destinadas ao consumo humano é 0,3 ppm. A Tabela 2 mostra que nenhuma fonte apresentou 100% das amostras com valores abaixo do VMP ao longo da pesquisa, sendo as fontes PA1, PA2 e PT1 as que apresentaram maior quantidade de amostras com valores baixos. As demais fontes estiveram fora do valor aceitável, sendo alguns excessivamente elevados. AÇ1 e PT5 tiveram os maiores

teores de Fe⁺³, o que pode ser explicado pelos tipos de solo da região, de acordo com a classificação dos solos na microbacia (Baracuh, 2001). À montante dessas fontes, há áreas com grandes manchas de solos vertissolos, ricos em ferro, com destaque para valores 14 a 23 vezes superiores aos VMP para consumo humano.

Parâmetros microbiológicos

Coliformes termotolerantes foram detectados em todas as fontes, com valores médios entre 25,7 e 8.720 UFC 100 mL⁻¹ (Tabela 3). Das 60 amostras coletadas, 61,7% apresentaram algum teor de coliformes termotolerantes, entre 1 a 6 10⁴ UFC 100 mL⁻¹, indicando riscos à saúde dos consumidores e nenhuma das águas reuniu condições sanitárias adequadas para consumo humano, sem tratamento prévio. Destaca-se que não foram feitas análises para coliformes totais por serem todas as amostras provenientes de mananciais de águas brutas, onde essas bactérias estão geralmente presentes. A detecção de coliformes fecais (ou termotolerantes) se ajusta melhor a esta realidade visto que sua presença indica contaminação fecal, seja por material fecal de animais homeotérmicos ou por esgotos.

As fontes menos contaminadas foram as dos poços tubulares, em particular PT4, com 5 de um total de 7 amostras (71%) sem nenhuma contaminação. PT2 apresentou 8 amostras (62%) sem contaminação; PT1, que é muito utilizado para consumo humano, teve 50% de 8 amostras analisadas sem coliformes termotolerantes. PT5 teve 43% não contaminadas e PT3 de 6 amostras 33% não estiveram contaminadas. Esses resultados evidenciam as flutuações deste parâmetro ainda em amostras de poços, destacando a incerteza de sua qualidade sanitária para uso humano, sem tratamento prévio.

Os maiores valores de coliformes termotolerantes ocorreram no mês de julho e podem associar-se a infiltrações através do solo e/ou à entrada de aerossóis e de poeiras contaminadas pela boca do poço, devido às chuvas e aos ventos. Nas fontes AÇ1 e AÇ2 a maior contaminação bacteriana ocorreu nos meses das chuvas, relacionado com o transporte através de escoamento superficial de material fecal acumulado na bacia de drenagem. As amostras com maiores valores de bactérias indicadoras de contaminação fecal nos meses de verão (secos),

Tabela 3. Valores de coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas das fontes analisadas durante o período de julho de 2003 a fevereiro de 2004, na microbacia do riacho Angico, na divisa dos municípios de Campina Grande e Caturité, PB

MÊS	PA1	PA2	AÇ1	AÇ2	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
Coliformes Termotolerantes (UFC 100 mL ⁻¹) VMP da portaria 518/04 MS (0,0 UFC 100 mL ⁻¹)									
Nº de amostras	7	7	4	3	7	7	5	6	6
Média	3.800,0	8720,0	1.650,0	527,0	87,3	51,3	96,2	25,7	501,0
D. Padrão	9.790,0	20800,0	1.730,0	480,0	209,0	86,4	218,0	67,6	3.120,0
Mediana	193,0	530,0	600,0	540,0	3,0	0,0	8,5	0,0	0,0
Máximo	28.000,0	60000,0	4.000,0	1.000,0	600,0	200,0	540,0	179,0	8.200,0
Mínimo	0,0	0,0	220,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bactérias Heterotróficas (UFC mL ⁻¹) VMP segundo a portaria 518/04 MS (500 UFC mL ⁻¹)									
Nº de amostras	5	5	2	-	5	5	3	5	5
Média	925,0	1.160,0	801,0	-	465,0	288,0	504,0	142,0	587,0
D. Padrão	503,0	983,0	106,0	-	291,0	396,0	99,2	142,0	538,0
Mediana	880,0	564,0	801,0	-	613,0	137,0	541,0	93,0	361,0
Máximo	1.580,0	2.440,0	876,0	-	764,0	948,0	580,0	390,0	1340,0
Mínimo	322,0	250,0	726,0	-	137,0	0,0	392,0	50,0	22,0

se relacionam com o maior uso que a população faz das fontes, nesta época. Por exemplo, nos poços, a introdução de baldes nem sempre bem higienizados é um fator de contaminação importante, e nos açudes e nos riachos, a introdução de animais seja para carregar a água ou para sua dessedentação, introduz urina e fezes desses animais nas águas de uso múltiplo. Outras atividades, como lavagem de roupa e recreação, perturbam o sedimento do fundo e recirculam os microrganismos ali depositados. Todas as amostras dos açudes AÇ1 e AÇ2 acusaram contaminação. Os poços amazonas no leito do riacho (PA1 e PA2), também tiveram algum nível de contaminação fecal. Conforme a Tabela 3, a maior variação de valores de coliformes termotolerantes foi em PA2, o que mostra variabilidade temporal elevada.

A Portaria nº 518/04-MS exige que 20% das amostras mensais coletadas nos sistemas de distribuição para análise de coliformes sejam submetidos a quantificação de bactérias heterótrofas. Caso sua concentração exceda, em uma amostra, 500 UFC mL⁻¹, a mesma não será considerada apta para consumo. Neste trabalho, as bactérias heterótrofas foram avaliadas, pois fornecem informações relacionadas com a presença de matéria orgânica e biofilmes microbianos associados com a condição sanitária da água. Apenas PT4 (Tabela 3) apresentou, em todas as amostras, valores superiores ao VMP, porém as demais fontes tiveram alguma amostra com valores superiores, o que não é raro, visto que se trata de águas brutas e, portanto, não é confiável seu uso, principalmente quando se repetem os valores em mais de duas amostras consecutivas. Apenas PT2, em uma única amostra, não apresentou bactérias heterótrofas. Os maiores valores ocorreram nas fontes PA2 e PR1 com 2,4 10³ e 1,58 10³ UFC mL⁻¹. O CONAMA (2005) somente considera água para tratamento de potabilização aquelas águas brutas ou naturais das classes 1, 2 e 3. Nenhuma das águas amostradas reuniu condições bacteriológicas adequadas para consumo humano, verificando-se que seu uso implica em sérios riscos à saúde pública.

A carência de água de boa qualidade sanitária para consumo humano na zona rural nordestina e a principal causa da manutenção das doenças endêmicas de veiculação hídrica, que se manifestam principalmente com quadros diarreicos e de desidratação.

CONCLUSÕES

1. Os açudes foram os que apresentaram águas com características físicas e químicas mais adequadas para consumo humano, embora os altos valores de ferro tenham estabelecido alguma restrição para usos específicos. As demais fontes

apresentaram valores superiores aos recomendados pelo Ministério da Saúde, na maioria desses parâmetros.

2. A qualidade sanitária não foi apropriada para consumo humano em nenhuma das fontes estudadas. Os poços tubulares foram os menos contaminados, enquanto os açudes e os poços amazonas do leito do Riacho Angico, tiveram os valores mais altos de ambos os grupos de bactérias, evidenciando riscos à saúde dos consumidores.

3. O conjunto dos resultados inviabiliza o uso de todas as fontes de água por parte da população de Paus Brancos, exigindo urgente intervenção da Secretária de Saúde do Município e a montagem de uma infra-estrutura adequada para o tratamento da água.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece em especial ao seu filho João Victor O. Araújo e à irmã Dra. Maria da Saúde, como também à Universidade Federal de Campina Grande-UFCG/LIS/AESA, especialmente aos professores Hugo Orlando Carvalho Guerra, José Dantas Neto; ao Centro de Desenvolvimento, Difusão e Apoio Comunitário-CEDAC; à Fundação Nacional de Saúde-FUNASA; à Comunidade de Paus Brancos, pelos prestimosos apoios ao desenvolvimento desta pesquisa.

LITERATURA CITADA

- APHA-American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20, ed. Washington: APHA, 1998. 1220p.
- Baracuchy, J.G. de V. Manejo integrado de microbacias hidrográficas no semi-árido nordestino: Estudo de um Caso. Campina Grande: UFPB, 2001. 220p. Tese Doutorado
- CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/2005. www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. 10 Out 2005
- EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2, ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- IBGE, Pesquisa nacional de saneamento ambiental 2000. www.ibge.gov.br, 16 Jul 2004
- LMRS-Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto. Banco de dados. Campina Grande-PB, 2004.
- Richards, L.M.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. USDA. Agriculture Handbook, 60