



Impactos do saneamento “*in situ*” nas águas da bacia hidrográfica do riacho piauí: perímetro urbano do município de Arapiraca (AL)

Flávio Argemiro da SILVA¹

1.Licenciado em Geografia; Especialista em Gestão Ambiental pela UNEAL; Professor da rede estadual de ensino de Alagoas.

Resumo

O crescimento das cidades brasileiras, através da urbanização deficiente na oferta de saneamento, impacta diretamente nas águas, contaminando os mananciais superficiais e subterrâneos, através de despejos de poluentes e esgotos nos sistemas de drenagem. Arapiraca, situada no agreste alagoano, possui 82% de população urbana, com 43.900 domicílios, dos quais 74% dispõem de água por rede geral, 85% contam com coleta de lixo e apenas 5% são atendidos por rede de esgoto. Dessa forma, o município utiliza o saneamento *in situ*, através do uso de fossas rudimentares e despejo de esgoto direto na calha fluvial, onde vários trabalhos apontam para o alto risco de contaminação tanto para o lençol freático quanto para os mananciais superficiais. Diante desse quadro, o presente trabalho pretende verificar se ocorre contaminação nas águas da bacia em questão. Para investigar este cenário, quatro pontos de coleta para análise de água foram definidos neste canal, riacho Piauí, que corta o centro urbano do município. Para analisar a água dos poços domiciliares, foram escolhidos pontos em bairros que apresentaram surtos de diarreia, segundo a Secretaria Municipal de Saúde. A evolução da contaminação foi medida através de duas baterias de coleta e análise de água (bacteriológica e físico-química), em 2004 e 2005, atendendo aos métodos e padrões oficiais (CONAMA).

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Saneamento, Contaminação das Águas, Fossas, Poços.

Abstract

The growth of Brazilian cities, the urban poor through the provision of sanitation, impacts directly on the water, contaminating surface and ground water sources through discharges of pollutants and sewage drainage systems. Arapiraca, located in rural Alagoas, has 82% of urban population, with 43,900 households, of which 74% have water for general network, 85% have garbage collection, and only 5% are served by sewer. Thus, the municipality uses the *in situ* sanitation, through the use of rudimentary pits and dump sewage directly into the gutter river, where several studies point to the high risk of contamination to both groundwater and surface waters for. Against this background, this study aims to determine whether contamination occurs in the waters of the basin in question. To investigate this scenario, four collection points for water analysis have been defined in this channel, creek Piauí, which cuts the urban center of the city. To analyze the water from household wells were chosen points in neighborhoods that had outbreaks of diarrhea, according to the Municipal Health The evolution of the contamination was measured by two batteries collection and analysis of water (bacteriological and physico-chemical) in 2004 and 2005, given the methods and standards officers (CONAMA).

Keywords: Watershed, Drainage, Water Contamination, pits, wells.

Introdução

Para Tucci (2002) o processo da urbanização brasileira, através de planejamentos que não consideraram aspectos relevantes quanto aos transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente, causou vários impactos, sobretudo nos recursos hídricos. Através do desenvolvimento urbano, duas atividades conflitantes passam a coexistir: o aumento do consumo de água, com qualidade, e a degradação dos mananciais urbanos por contaminação dos resíduos domiciliares e industriais.

A tendência da urbanização, mal planejada, é de alterar o escoamento superficial direto e contaminar os mananciais subterrâneos, principalmente através de uso da fossa séptica. Já nos mananciais superficiais, uma das ações poluidoras é o despejo de poluente e esgoto cloacal doméstico ou industrial nos rios e riachos (HIRATA, 2001, TUCCI, 2002, PORTO *et al*, 2002).

A população do Nordeste com cerca de 48 milhões é a segunda maior do Brasil, entre as grandes regiões. Entretanto o desenvolvimento da urbanização nordestina apresentou um ritmo menos intenso, comparando com o mesmo processo nas demais regiões brasileiras, pois os habitantes que vivem em áreas urbanas são aproximadamente 33 milhões ou 69% da população nordestina, os outros 15 milhões de habitantes ou cerca de 31% situam-se em áreas rurais. Estes dados situam esta região como a de menor taxa de urbanização do Brasil (IBGE, 2001b).

Em Alagoas, o processo de urbanização é marcado pelas mesmas características apresentadas tanto pelo Brasil, quanto pela região nordeste, onde o número de domicílios situados na área rural vem decrescendo, refletindo uma diminuição da população rural. Por outro lado, a população urbana cresceu significativamente.

Conforme o IBGE (2001b), no estado de Alagoas, 69% do lixo doméstico são coletados e 31% são destinados nos terrenos vazios, nas ruas podendo ser as margens de rios e riachos. Cerca de 36% dos habitantes estão, consumindo água com qualidade desconhecida. Que 25% das pessoas jogam esgoto diretamente em rios ou lagos e a céu aberto.



O município de Arapiraca é o segundo maior município do estado de Alagoas em número de habitantes, a população reside em cerca de 43.900 domicílios, onde 82% das pessoas residem em espaços urbanos e 18% em áreas rurais. O serviço de saneamento municipal apresenta baixo índice de cobertura, pois 74% dos domicílios são atendidos com água através de rede geral, 85% dispõem de coleta de lixo, e apenas 5% possuem coleta de esgoto.

A situação sanitária de Arapiraca pode levar a população a sérias enfermidades, pois segundo matéria publicada na Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente / Bio (2001a), “(...) a água contaminada e ausência de saneamento matam 12 milhões de pessoas por ano, a maior parte delas vivendo em países em desenvolvimento”.

Corroborando com deficiente infra-estrutura do saneamento de Arapiraca e a presença de enfermidades, as doenças de veiculação hídrica, “(...) consomem a cada ano mais de R\$ 1,2 bilhão em tratamento e que somente no período de 1996 a 2000 provocaram três milhões de internações hospitalares em todo país” (REVISTA BRASILEIRA DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 2002:12b).

Conforme o cenário da oferta da infra-estrutura básica de saneamento em Arapiraca, a degradação dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, e o agravamento na condição de saúde e bem-estar da população, causados pela ocupação desordenada no município de Arapiraca, têm fortes indicadores. Desta maneira este trabalho tem como cerne investigativo verificar se ocorre e em quais proporções os mananciais superficiais e subterrâneos, e a saúde dos habitantes, estão sendo degradados.

Localização

O município de Arapiraca está situado na região Agreste de Alagoas, na parte central do Estado (Figura 1), sendo a segunda maior cidade em termos populacionais. O município situa-se a cerca de 130 km de Maceió (AL), capital do Estado, a 180 km de Aracaju (SE) e 380 km de Recife (PE), e possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 9° 75' 25" S e Longitude 36° 60' 11" W.

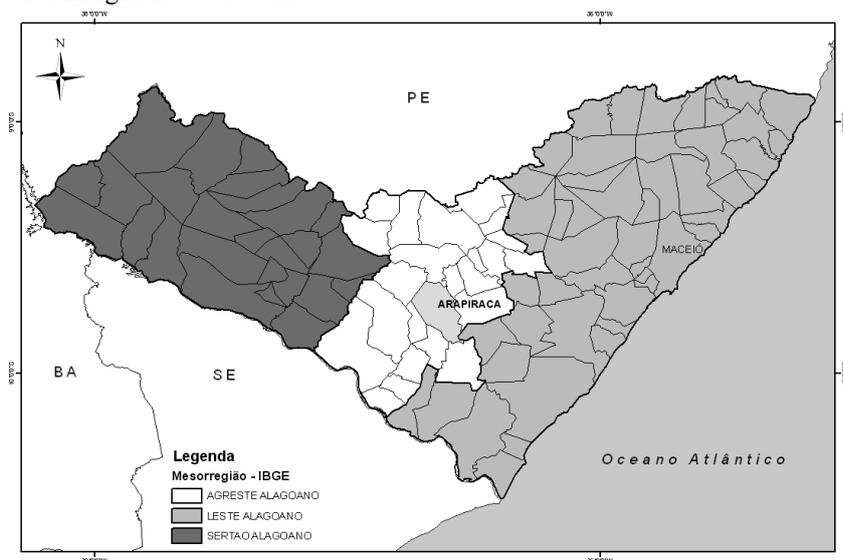


Figura 1. Localização do município de Arapiraca dentro do Estado de Alagoas. Fonte: HIDROGEO, 2012.

Os limites de Arapiraca são marcados pelos municípios de Craíbas e Igaci, ao Norte, Feira Grande, São Sebastião e Lagoa da Canoa, ao Sul, Limoiro, Junqueiro e Coité do Nóia, a Leste e Lagoa da Canoa e Girau do Ponciano a Oeste. Em relação a sua superfície territorial existe uma grande variação de valores em diferentes documentos, desta maneira será utilizado a área apresentada no Plano Diretor de Arapiraca (2005), por ser o documento mais consistente e atual. Segundo o PDMA (2005) a área do município é de 410 km², sendo 34,63 Km² (~0,8%) da zona urbana e 375,37 Km² (~91%) da zona rural. A zona urbana situa-se na parte central do município. Vale ressaltar que devido ao rápido crescimento econômico e populacional de Arapiraca a prefeitura vem constantemente ampliando os limites do perímetro urbano.



Materiais e Métodos

O método utilizado para amostragem nesta pesquisa objetivou acompanhar a evolução da qualidade do manancial superficial (água do riacho Piauí) e subterrâneo (água de poços) ao longo do tempo, como reflexo das atividades antrópicas do uso do solo da bacia do riacho Piauí tendo em vista avaliar a qualidade da água para determinar sua adequabilidade para o uso pretendido.

Conforme Benetti & Bidone (2002) os pontos de coleta (tabela 1) de água em uma rede de monitoramento são determinados necessariamente para verificar o impacto que fontes de poluição apresentam sobre a água, ou se a qualidade é adequada ao uso pretendido.

Coleta no Riacho Piauí

As coletas de amostra de água do riacho Piauí nos pontos estabelecidos foram realizadas em dezembro de 2004 e fevereiro de 2005, meses da estação seca.

Tabela 1- Pontos de Coleta de Amostra de Água do Riacho Piauí

Ponto	Bairro	Endereço
R01	Brasília	Rua: Benjamin Freire de Amorim, 1.384
R01	Teotônio Vilela	Rua: Delmiro Gouveia
R02	Ouro Preto	Ladeira do Claudeonor
R03	Canafístula	Rua Cícero Antônio
R04	Vila Bananeira	Barragem Bananeira

Fonte: Flávio Argemiro, 2005.

Coleta nos poços domiciliares

As análises de água de poço realizaram-se em 2004 e 2005 no Laboratório Central de Saúde Pública – LACEN / AL. Os pontos de coleta de água de poço domiciliar foram definidos pela Vigilância Sanitária de Arapiraca, orientados pela incidência de surto de diarreia nos bairros (tabela 2).

Tabela 2 - Pontos de Coleta de Amostra de Água de Poço

Ponto	Bairro	Endereço	Data
P01	Planalto	Rua: Gilberto dos Santos, n. 06	12.05.04
P02	Baixa Grande	Rua: Antônio de Carvalho, n.33	30.06.04
P07	Nova Esperança	Rua: Antônio Fernandes s/n.	19.01.05
P08	Canafístula	Rua: 10, n. 2	12.04.04

Fonte: Flávio Argemiro, 2005.

Materiais e Procedimentos na coleta de amostra do Riacho Piauí

Os Exames bacteriológicos e físico-químicos das amostras do riacho Piauí foram realizados pela Companhia de Abastecimento do Estado de Alagoas (CASAL), através do Método dos Tubos Múltiplos (Ensaio Presuntivo: Caldo Lactose Granulado - Merck e Ensaio Confirmativo: Caldo Verde Brillante Granulado -Merck), contendo os seguintes ensaios: Coliformes totais, técnica de colimetria por tubos múltiplos, pH e método potenciométrico.

Já os exames bacteriológicos e químicos das amostras realizados pelo Laboratório Central de Saúde Pública LACEN / AL e serão considerados neste trabalho, são os seguintes: pH, coliformes totais (VMP) e coliformes termotolerantes (VMP).

Análise da qualidade das águas do riacho Piauí

A qualidade das águas do riacho Piauí foi avaliada, levando-se em consideração o uso pretendido deste corpo d'água, descrito no Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola da Barragem Bananeiras / Estudo de Impacto Ambiental – EIA (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPIRACA-AL, 2001), onde a construção da barragem em questão, que visa represar as águas do riacho Piauí, tem como finalidade principal exploração da agricultura irrigação e a piscicultura. As comparações dos resultados dos exames bacteriológicos e físico-químicos foram realizadas mediante os parâmetros estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 20, de 18 de Junho de 1986 (tabelas 3 e 4). As águas do riacho Piauí foram analisadas conforme o uso irrigação e a classe 3.



Tabela 3 - Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes

Uso	Classe				
	Especial	1	2	3	4
Abastecimento doméstico	X	X (a)	X (b)	X (b)	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	X				
Recreação de contato primário		X	X		
Proteção das comunidades aquáticas		X	X		
Irrigação		X (c)	X (d)	X (e)	
Criação de espécies (aqüicultura)		X	X		
Dessedentação de animais				X	
Navegação					X
Harmonia paisagística					X
Usos menos exigentes					X

Fonte: Resolução Conama nº 20, de 18 de Junho de 1986.

Notas:

- (a) após tratamento simples
- (b) após tratamento convencional
- (c) hortaliças e frutas rentes ao solo
- (d) hortaliças e plantas frutíferas
- (e) culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras

Tabela 4 - Padrões de qualidade para os corpos d'água das diversas classes (água doce)

Parâmetro	Unidade	Classe				
		Especial	1	2	3	4
PH	-	Ausência	6 a 9	6 a 9	6 a 9	5 a 9
Coliformes Totais	org/100 ml	Ausência	1.000	5.000	20.000	-

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº 20, de 18 de Junho de 1986.

Análise da qualidade das águas dos poços domiciliares

A qualidade das águas dos poços domiciliares foi avaliada através das comparações dos resultados dos exames bacteriológicos e químicos com os valores máximos permissíveis (VMP) expressos na portaria nº 518/GM, 25 de março de 2004 - Norma de Qualidade da água para Consumo Humano, do Ministério da Saúde. Na tabela 5 estão listados apenas os parâmetros que foram verificados pelo laboratório LACEN/AL. O boletim de análise emitido pelo laboratório nos ensaios microbiológicos denomina a pesquisa de coliformes fecais com a nomenclatura de coliforme termo tolerantes.

Tabela 5 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

Parâmetro	Valor máximo permissível (VMP)
PH	6,0 a 9,5
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Escherichia Coli ou Coliforme Termo tolerante	Ausência em 100 ml

Fonte: Adaptado de Ministério da Saúde-Portaria 518/GM, 2004

Associação entre os resultados das análises das águas com os aspectos sociais e de saneamento da área em estudo

Após serem obtidos e verificados os resultados dos exames da água do riacho Piauí e dos poços domiciliares, foram realizadas associações entre a qualidade dos corpos d'água encontrados com os aspectos sanitários e sociais da área de estudo.



Resultados e Discussão

Os resultados das análises de amostras de água do riacho Piauí, pH e coliformes totais, foram comparadas através da Resolução Conama nº 20/86, uso pretendido irrigação, e o padrão de qualidade para as águas doces da classe 3 (ver tabelas 3 e 4).

O pH da Água do Riacho Piauí

O pH do ponto R01, R02 e R03 de acordo com os resultados das duas etapas, demonstrou que a água das nascentes apresentou certa acidez.

Na Barragem Bananeiras, foi o ponto que demonstrou o maior índice de pH. Do ponto R01 para o ponto R04, o pH aumentou cerca de 18% (figura 5), indicando que a redução do gás carbônico foi acentuada na água do riacho Piauí e que possivelmente este agravo relaciona-se com o tipo de solo que a mesma trilhou da nascente até a Barragem Bananeiras.

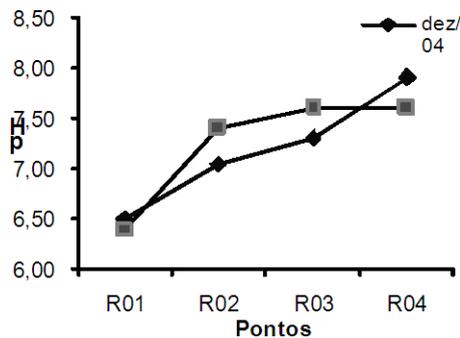


Figura 5: Gráfico – O Comportamento do pH do riacho Piauí –
Fonte: Flávio Argemiro, 2005.

Coliformes Totais da Água do Riacho Piauí

A contagem de coliformes totais de todos os pontos (R01, R02, R03 e R04), mediante os resultados das duas etapas, demonstrou que a água das nascentes apresentou certo índice de poluição por esgoto doméstico.

No bairro Canafistula, no ponto R03, o aumento do número de coliformes foi menor do que o verificado no ponto R02, contudo quando comparado com o ponto R01, em dezembro de 2004 o aumento registrou um aumento de 390% e em fevereiro cerca de 69.000%. Esta ligeira diminuição relaciona-se com a o aumento do pH da água neste ponto, que ocasiona a baixa no nível de gás carbônico da água, reduzindo proporcionalmente a presença de microorganismos.

Na Barragem Bananeiras, foi o ponto que demonstrou o menor índice de coliformes totais por 100 ml de água. Este fato ocorrido neste ponto pode está relacionado com a redução do gás carbônico na água do riacho Piauí, tendo como possível agravo a redução do número de microorganismos na água desta Barragem.

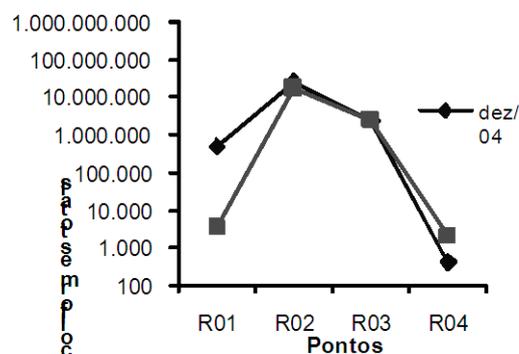


Figura 25: Gráfico - O Comportamento dos Coliformes Totais do riacho Piauí –
Fonte: Flávio Argemiro, 2005.



Os resultados das análises de amostras de água dos poços domiciliares, pH e coliformes totais, foram comparadas através da Portaria nº 518/GM, de 25 março de 2004 - Norma de Qualidade da água para Consumo Humano.

O pH da Água dos Poços

Foi verificado que em 100% das amostras de água o pH apresentou-se ácido, menor que 6,0. Conforme Derísio (1992) citado por Silva & Araújo (2003) “(...) a acidez da água pode contribuir para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas, adicionando constituintes a água”. Desta maneira nos Pontos P01 e P03, onde foram verificadas a retirada de água através de bombas e tubulações metálicas, componentes presentes neste tipo de tubulação pode está sendo ingeridos pelos usuários destes poços

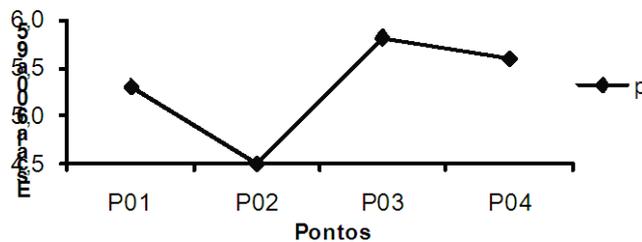


Figura 6: Gráfico – O Comportamento do pH dos poços domiciliares –
Fonte: Flávio Argemiro, 2005.

Coliformes Totais da Água dos Poços

Mediante as informações contidas no boletim de análise, cerca de 75% dos pontos apresentaram a presença de bactérias do grupo coliformes, apenas o poço do ponto P03 demonstrou-se satisfatório na pesquisa de coliformes totais. Fato este que provavelmente está ligado com as condições de construção dos poços contaminados, pois estes não dispunham de segurança contra contaminação.

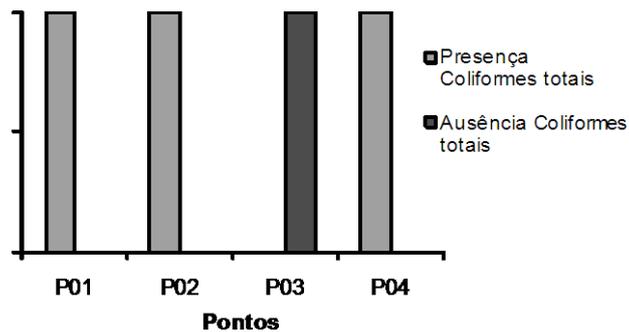


Figura 7: Gráfico – Presença de Coliformes totais nos poços domiciliares –
Fonte: Flávio Argemiro, 2005.

Coliformes Termotolerantes da Água dos Poços

O resultado da análise na amostra de água dos pontos P01, P02 e P04 confirmou a presença de coliformes termotolerantes evidenciando a presença de bactérias de origem exclusivamente fecal no poço. As condições da construção do poço aliado presença de fossas rudimentares, estão provavelmente colaborando para este contaminação.



O resultado da análise na amostra de água do ponto P03 não confirmou a presença de coliformes termotolerantes evidenciando a ausência de bactérias de origem exclusivamente fecal no poço. As boas condições de construção do poço aliado a baixa presença de fossas rudimentares, provavelmente corroboraram para este resultado.

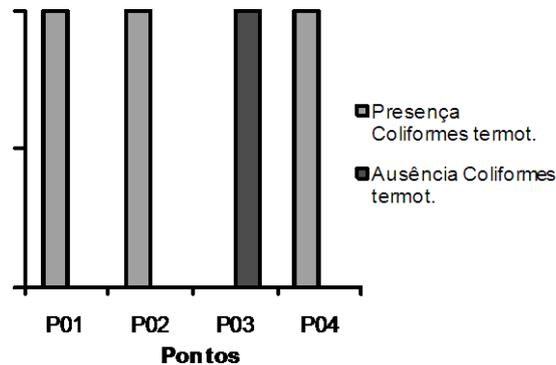


Figura 8: Gráfico – Presença de Coliformes termotolerantes nos poços domiciliares –
Fonte: Flávio Argemiro, 2005.

Conclusões

A infraestrutura de saneamento oferecida aos habitantes do município de Arapiraca no ano de 2000, conforme foi constatado, se apresenta com sérios problemas. Tendo em vista que o Censo Demográfico IBGE (2001b), evidenciou a baixa cobertura no serviço de esgotamento sanitário e abastecimento de água. No que diz respeito à coleta de lixo, este serviço apesar de atender cerca de 85% dos domicílios, aproximadamente 27 mil habitantes fica sem este serviço. Desta maneira o lixo não coletado, conforme confirmado em trabalho de campo, tende a ser lançado nos terrenos abandonados e principalmente no riacho Piauí.

Foi também constatado que o riacho Piauí está recebendo grande quantidade de esgotos, oriundos de residências, estabelecimentos comerciais etc., pois segundo os dados do Censo Demográfico IBGE (2001b) 346 domicílios despejam efluentes no rio. Os esgotos lançados no riacho Piauí causam grandes degradações a qualidade da água, devido à presença de agentes patogênicos.

A água do riacho Piauí, conforme o Projeto da Barragem Bananeiras, está com uso pretendido para irrigação, contudo as análises demonstraram que esta água está imprópria para este uso, sendo apropriada, conforme a Resolução Conama 20/86, somente para usos menos exigentes, como por exemplo, a navegação.

Analisando o pH do riacho Piauí, nos pontos de coleta de água, foi verificado que este se apresentou com certa acidez, contudo dentro dos parâmetros do Conama, mas a partir do ponto R02 o fenômeno da alcalinidade foi marcante. Esta alcalinidade, como explicado anteriormente, provavelmente sofreu influência do tipo de solo que a água percorreu e a carga de efluente doméstico lançado na água do riacho. O pH do riacho teve a alcalinidade acentuada na Barragem Bananeiras, ademais o resultado de todos os pontos atendeu ao parâmetro para o uso pretendido da água, irrigação.

No item coliforme totais, a análises de quase todos os pontos (cerca de 70%) demonstraram, que a grande quantidade de esgotos lançados nos corpos d'água do riacho Piauí, é causa básica para deterioração da água deste riacho. Até na nascente, ponto R01 – bairro Brasiliana, o riacho vem sofrendo considerável degradação através dos esgotos. Foi visivelmente aparente ao longo do curso do riacho a criação de animais nas margens do Piauí. Neste parâmetro, coliformes totais, o riacho Piauí sequer atendeu aos parâmetros do Conama para o uso pretendido irrigação, onde o número permitido de coliformes totais em 100ml de água é consideravelmente representativo, indicando que se esta água for utilizada para consumo humano, com certeza causará doenças com grandes possibilidade de levar a população a sérias enfermidades.

Quanto à relação, presença de água contaminada no poço dos bairros verificados, com a ocorrência de diarreia nas populações locais, ficou comprovado esta ligação, pois o bairro que apresentou menor número de casos, foi o que menos consome água de poço e, é o bairro com a menor densidade demográfica de habitações, provando que o grande adensamento de fossas rudimentares vem comprometendo a qualidade da água dos poços rasos escavados do município de Arapiraca.

Os dados a respeito da cobertura de saneamento, apresentados pelo Censo Demográfico do IBGE (2001b) a respeito de Arapiraca, aliados ao pensamento de Ross (2001), Pereira (2003), Tucci (2002), Hirata (2001), Porto *et al.* (2002) e outros, caracterizam o processo de desenvolvimento da cidade de Arapiraca como mal elaborado, poluidor e causador de enfermidades na população.



Referências

- ANDRADE NETO, Cícero Onofre: Sistemas Simples, Processos Anaeróbicos e Processos Naturais, In: *Sistemas Simples Para Tratamento de Esgotos Sanitários: Experiência Brasileira*. Andrade Neto, Cícero Onofre. –1ª ed.- Rio de Janeiro: ABES, 1997a, pp.15-32.
- ANDRADE NETO, Cícero Onofre: Tanques Sépticos e Filtros Anaeróbicos, In: *Sistemas Simples Para Tratamento de Esgotos Sanitários: Experiência Brasileira*. Andrade Neto, Cícero Onofre. –1ª ed.- Rio de Janeiro: ABES, 1997b, pp.33-72
- BARROS, Raphael Tobias Vasconcelos, MÖLLER, Leila Margareth: Limpeza Pública, In: *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios 2*. Barros, Raphael Tobias Vasconcelos, MÖLLER, Leila Margareth - 4ª ed.- Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. pp.181-208.
- BENETTI, Antônio & BIDONE, Francisco: O Meio Ambiente e Os Recursos Hídricos, In: *Hidrologia: ciência e aplicação*. Org. Tucci, Carlos E.M. -3ª ed.- Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002. pp.849-870.
- COELHO NETTO, Ana L.: Hidrologia de Encosta Na Interface Com A Geomorfologia, In: *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Org. Guerra, Antônio José Teixeira & Cunha, Sandra Baptista. –3ª ed.-Rio de Janeiro: Bertrand, 1998. pp.35-40.
- CONAMA. 1986. Resolução CONAMA n. 20 de 18 junho de 1986. *Resolução do Conama –1984/86*. Brasília: SEMA. pp.72-79.
- CRESPO, Patrício Gallegos: Sistemas de Tratamento Para Pequenas Comunidades, In: *Manual de Projeto de Estações de Tratamento de Esgotos- Volume 1-Os Sistemas de Tratamento*. –1ª ed.- Belo Horizonte: Gráfica Tempo, 2003, pp.253-332.
- FREIRIA, Nagila Terezinha & GARCIAS, Carlos Mello: Censo e Contra-Senso de Um País Mais Urbano. Ponto de Vista: BIO – Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente – ABES – n.20, p.7, Rio de Janeiro, out/dez 2001.
- GARCEZ, Lucas Nogueira: Sistemas de Esgotos, In: *Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária*. Garcez, Lucas Nogueira. –5ª ed.-São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999, pp.121-151.
- HELLER, Léo & CASSEB, Márcia Maria Silva: Abastecimento de Água, In: *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios 2*. Barros, Raphael T.de V. et al. - 4ª ed.-Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. pp.63-112.
- HELLER, Léo & MÖLLER, Leila Margareth: Saneamento e Saúde Pública, In: *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios 2*. Barros, Raphael T.de V. et al. - 4ª ed.-Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. pp.51-61.
- HELLER, Léo, MOREIRA DA COSTA, Ângela Maria Ladeira, BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos: Saneamento e o Município, In: *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios 2*. Barros, Raphael T.de V. et al. - 4ª ed.-Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. pp.13-32.
- HESPANHOL, Ivanildo: Água e Saneamento Básico-Uma Visão Realista, In: *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Org. Rebouças, Aldo da Cunha, Braga, Benedito, Tundisi, José Galizia - 2ª ed.- São Paulo: Escrituras, 2002. pp.249-304.
- HIRATA, Ricardo, Recursos Hídricos, In: *Decifrando a Terra*. Org. Teixeira et al. -5ª ed.- São Paulo: Oficina de Textos / Edusp, pub., 2001. pp.421-442.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: *Atlas de Saneamento: Características da População e dos Domicílios*, pub., 2004a.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: *Censo Demográfico 2000: Características da População e dos Domicílios*, 2001b.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: *Divisão do Brasil em Messorregiões e Microrregiões Geográficas*. vol.2 – tomo 2 – Região Nordeste, 1992c.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: *Sistema de Recuperação Automática*. SIDRA, 2004d.
- KARMANN, Ivo, Ciclo da Água Subterrânea e Sua Ação Geológica, In: *Decifrando a Terra*. Org. Teixeira et al. -5ª ed.- São Paulo: Oficina de Textos / Edusp, pub., 2001. pp.114-138.
- LANNA, Antônio Eduardo L.: Hidroeconomia., In: *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Org. Rebouças, Aldo da Cunha et al. -2ª ed.- São Paulo: Edusp, 2002. pp.531-562.
- LIMA, Ivan Fernandes, Geografia de Alagoas, In: *Geologia*. Lima, Ivan Fernandes. –2ª ed. – São Paulo: Editoria do Brasil S/A, 1965a. pp.23-25.
- LIMA, Ivan Fernandes, Geografia de Alagoas, In: *Geomorfologia*. Lima, Ivan Fernandes. –2ª ed. – São Paulo: Editoria do Brasil S/A, 1965b pp.27-39.
- LIMA, Ivan Fernandes, Geografia de Alagoas, In: *Hidrografia*. Lima, Ivan Fernandes. –2ª ed. – São Paulo: Editoria do Brasil S/A, 1965c pp.42-70.
- LIMA, Ivan Fernandes, Geografia de Alagoas, In: *Vegetação*. Lima, Ivan Fernandes. –2ª ed. – São Paulo: Editoria do Brasil S/A, 1965d pp.90-99.



- MEDEIROS, Maria Lúcia Biscaia de: Aspectos Sanitários, In: *Reciclagem de Biossólidos: Transformando Problemas em Soluções*. Org. Andreoli, Clerverson Vítório et al. -2a ed.- Curitiba: Sanepar, Finep, 2001.pp.126- 175.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria do Ministério da Saúde n. 518/GM de 25 de Março de 2004. Portaria do Ministério da Saúde-2004. Brasília: FUNASA. pp.01-12.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí 1998. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí-1998.Alagoas: SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1998.
- PEREIRA, José Almir Rodrigues & MENDES, Frederico da Cunha Mendes: Sistema de Esgotamento Sanitário, In: *Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas*. Org. Pereira, José Almir Rodrigues. -1a ed.-Belém: UFPA/NUMA, EDUFPA, 2003.pp.37-62.
- PORTO, Rubem L., FILHO ZAHED, Kamel, TUCCI, Carlos E.M. e BIDONE, Francisco: Drenagem Urbana, In: *Hidrologia: ciência e aplicação*. Org. Tucci, Carlos E.M. -3ª ed.- Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002. pp.805-842.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPIRACA-AL. Meio Físico. Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola da Barragem Bananeiras – Estudos de Impacto Ambiental, 2001: SECRETARIA MUNICIPAL DE ENGENHARIA, OBRAS E VIAÇÃO SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, 2001.
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha: Água Doce no Mundo e no Brasil, In: *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Org. Rebouças, Aldo da Cunha et al. -2a ed.- São Paulo: Escrituras, 2002a pp.01-37.
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha: Águas Subterrâneas, In: *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Org. Rebouças, Aldo da Cunha et al. -2a ed.- São Paulo: Escrituras, 2002b pp.119-151.
- ROSS, Jurandir L.Sanches: A Sociedade Industrial e o Meio Ambiente, In: *Geografia do Brasil*. Org. Ross, Jurandir L.Sanches.- 4a ed.- São Paulo: Edusp, 2001. pp.209-231.
- RUDIO, Franz Victor: O Projeto de Pesquisa, In: *Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica*. Rudio, Franz Victor. – 27ª ed.- Petrópolis/RJ: Vozes, 2000.pp.53-68
- SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Manual de Operação de Estação de Tratamento de Água, 1985.
- SILVEIRA, André L.L. da: Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica, In: *Hidrologia: ciência e aplicação*. Org. Tucci, Carlos E.M. -3ª ed.- Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002. pp.35-40.
- SPERLING, Eduardo Von & MÖLLER, Leila Margareth: Saneamento e Meio Ambiente, In: *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios 2*. Barros, Raphael T.de V. et al. - 4a ed.-Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. pp.33-50.
- SPERLING, Marcos Von, COSTA, Ângela Maria Ladeira Moreira da, CASTRO, Aloar de Almeida: Esgotos Sanitários, In: *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios 2*. Barros, Raphael T.de V. et al. - 4a ed.-Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. pp.113-160.
- TUCCI, Carlos E.M.: Água no Meio Urbano, In: *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Org. Rebouças, Aldo da Cunha et al. -2a ed.- São Paulo: Escrituras, 2002. pp.473-506.