

SAZONALIDADE DE ORGANISMOS COLIFORMES EM ÁGUA DE POÇO NA BACIA DO CÓRREGO JOÃO DIAS, AQUIDAUANA-MS

Autores: SILVA, M. C¹.

¹ Eng^o Agrônoma, Doutoranda em Ciência do solo, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV, UNESP, Jaboticabal, e-mail: micheleagro@yahoo.com.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar a qualidade das águas de 9 poços localizados na bacia do córrego João Dias, Aquidauana/MS, através de análises sazonais de coliformes totais e fecais correlacionando-os com o pH e a turbidez. Utilizou-se o método dos Tubos Múltiplos, expressos em Número Mais Provável de coliformes totais e fecais (NMP/mL). Os NMP de coliformes mais elevados foram registrados nas estações chuvosas em praticamente todos os poços e no período seco houve redução. A turbidez, pH e o NMP de bactérias apresentaram uma aparente relação sendo reduzidos nos poços P3, P4, P5 e P9 em todas as estações e elevados nos poços P1, P2, P7 e P8. A maioria dos poços sendo rasos e possuindo instalações inadequadas contribuíram para a contaminação das águas subterrâneas, tornando um risco para a população dessa comunidade. De acordo com a Legislação Vigente, nas águas para consumo humano os coliformes totais e fecais deverão estar ausentes.

Palavras-chave: contaminação microbiológica, qualidade de água; indicador bacteriológico.

ABSTRACT: With the goal of evaluating the waters quality of 9 wells located in of the João Dias River Basin, Aquidauana/MS, it was developed this research. They were realized seasonal analyses of total and fecal coliforms correlating them with pH and turbidity. The Multiple Tubes method was used and the results expressed in More Probable Number of total and fecal coliforms (MPN per 100 mL of water). The higher coliforms MPN was registered in the rainy stations (Spring and Summer) in practically all the wells and in the dry period (Autumn and Winter) a reduction. Turbidity, pH and MPN of bacteria presented an apparent relationship being reduced in the wells P3, P4, P5 and P9 in all the stations and elevated in the wells P1, P2, P7 and P8 (Spring and Summer). As the most of wells are shallow and have inadequate construction, these contributed to the contamination of the underground waters and becomes a risk to that community's population. In agreement with the Brazilian Effective Legislation, for waters human consumption the total and fecal coliforms should be absent.

Keyword: microbiology contamination, water quality, bacteriologic indicator.

INTRODUÇÃO

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. Cada sistema lótico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Neste sentido, a busca em trabalhos de campo é a obtenção de índices de qualidade de água que reflitam resumidamente e objetivamente as alterações, com ênfase para as intervenções humanas, como o uso agrícola, urbano e industrial (COUILLARD e LEFEBVRE, 1985). As interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constituem no ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado (HARMANCIOGLU et al., 1998).

O papel da água na transmissão de determinadas doenças infecciosas e parasitárias é fato bastante conhecido. Portanto, uma avaliação de potabilidade da água deve passar, necessariamente, pelo parâmetro bacteriológico. Apesar de se conhecer bem cada um dos microorganismos responsáveis pelas doenças infecto-parasitárias, sua identificação e quantificação em águas de abastecimento é impraticável. Além das técnicas laboratoriais serem trabalhosas, esses microorganismos patogênicos, quando presentes em águas de abastecimento, ocorrem em número reduzido, sendo necessário pesquisar grandes volumes de água. Além disso, chegam na água de forma intermitente. Essas dificuldades foram solucionadas com a descoberta de microorganismos indicadores. Isso é possível porque, no caso de doenças, os microorganismos patogênicos são eliminados pelas fezes do indivíduo doente. Como o intestino humano é habitado por vários outros microorganismos não patogênicos e que existem em maior número, decidiu-se pesquisar a presença destes em águas de abastecimento (OPS, 2000).

Entre os vários gêneros e espécies de microorganismos não patogênicos presentes no intestino humano, aqueles conhecidos como Grupo Coliforme passaram a ser denominados indicadores da presença de microorganismo patogênicos em águas de abastecimento. As principais razões dessa escolha são as seguintes:

1. Aparecem em grande quantidade nas fezes humanas. Cada pessoa pode eliminar até 100 bilhões deles num único dia. Graças a isso, a possibilidade de serem encontrados na água é muito grande.
2. São encontrados apenas nas fezes de animais de sangue quente ou homeotermos, classe que inclui o homem e todos os mamíferos. Essa característica é importante, pois uma vez identificada sua presença, pode-se afirmar que a água teve contato com excretas desses animais.

3. Do ponto de vista da resistência às condições ambientais (temperatura e outros agentes desinfetantes), são muito semelhantes aos microorganismos patogênicos intestinais. Trata-se de uma característica importante, pois se fossem mais suscetíveis (sobrevivessem menos tempo que os patogênicos), não poderiam ser identificados, isto é, não seriam indicadores. Se fossem menos suscetíveis, (sobrevivessem por mais tempo), poderiam aparecer mesmo em águas já livres dos patogênicos.

4. Sua identificação, do ponto de vista laboratorial, requer técnicas simples e econômicas, ao contrário daquelas necessárias à identificação dos microorganismos patogênicos.

Embora seja usual denominar esses microorganismos como Grupo Coliforme, é conveniente dividi-los nos três principais subgrupos mais comumente utilizados como indicadores de contaminação fecal de águas de abastecimento: coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais.

Os coliformes totais reúnem um grande número de bactérias, entre elas a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal e que dificilmente se multiplica fora do trato intestinal. O problema é que outras bactérias dos gêneros *Citrobacter*, *Eiterobacter* e *Klebsiella*, igualmente identificadas pelas técnicas laboratoriais como coliformes totais, podem ser encontradas no solo e nos vegetais. Desta forma, não é possível afirmar categoricamente que uma amostra de água com resultado positivo para coliformes totais tenha entrado em contato com fezes (OPS, 2000). Os coliformes fecais pertencem a um subgrupo de microorganismos que aparecem exclusivamente no trato intestinal. Em laboratório, a diferença entre coliformes totais e fecais é feita através da temperatura (os coliformes fecais continuam vivos mesmo a 44°C, enquanto os coliformes totais têm crescimento a 35°C). Sua identificação na água permite afirmar que houve presença de matéria fecal, embora não exclusivamente humana (OPS, 2000).

Embora sua identificação não seja rotina em laboratórios de análise de água, os estreptococos fecais trata-se de um subgrupo importante, já que fazem parte dele as espécies do gênero *Streptococcus* que ocorrem apenas no trato intestinal do homem e de animais de sangue quente, como os Coliformes Fecais. Existe uma correlação entre a ocorrência de Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais. Normalmente empregada em cursos d'água, consiste em quantificar o número de microrganismos de cada um dos dois subgrupos existentes numa amostra. Se a relação CF/EF resultar maior que 4, diz-se que a amostra apresenta contaminação fecal predominantemente humana. Se essa relação for menor que 1, a contaminação fecal predominante será de outros animais de sangue quente. Os resultados que se encontrarem entre esses dois valores não permitem inferir nada a respeito da origem da contaminação fecal (OPS, 2000).

A presença na água de consumo humano de um número significativo de microorganismos do grupo coliforme indica que esta água não está sendo tratada ou que seu tratamento está sendo conduzido de forma inadequada. A contaminação das águas com coliformes não significa que estas águas estão permanentemente proibidas de serem consumidas. Para reverter a qualidade bacteriológica destas águas basta utilizar algum método de desinfecção como: cloro, ozônio, UV, etc.

Segundo o Ministério da Saúde (2000), o grupo coliforme abrange todos os bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares e fermentar em lactose. A maioria das bactérias do grupo de coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo.

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. O subgrupo coliformes fecais está constituído principalmente por *Escherichia coli*, e sua detecção indicam, com certeza, que houve poluição fecal provenientes de fezes humanas, de animais de sangue quente ou de esgotos. Se há contaminação fecal é muito provável que bactérias patogênicas intestinais estejam presentes. Apesar de não haver uma relação quantitativa entre indicadores biológicos e microrganismos patogênicos, a probabilidade de se encontrar bactérias patogênicas na água é maior quanto maior for o número de coliformes nesta água (DEMAE, 2001).

O risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços velhos inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (DEMAE, 2001). Conboy e Goss (2000) citam que a deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, aumenta o risco da contaminação das águas subterrâneas.

A inexistência, na maioria das fontes, de todos os fatores de proteção que são preconizados como de grande importância para a preservação da qualidade da água, evidencia a necessidade de um trabalho de orientação às pessoas que utilizam essas águas, com o objetivo de manter sua qualidade (AMARAL et. al., 2003). Segundo Foster et al. (1993), as águas subterrâneas usadas no abastecimento público estão poluídas por sistemas de esgoto, constituindo numa das causas de transmissão de bactérias e vírus que são responsáveis por surtos e epidemias. Sobre o mesmo assunto a Agência Nacional de Águas (ANA) afirma que o impacto do lançamento de esgotos sobre a qualidade das águas subterrâneas pode ser detectado por meio de elevadas concentrações de nitrato e do surgimento de bactérias patogênicas e vírus. (ANA, 2007). Normalmente a qualidade microbiológica é analisada por meio de coliformes totais e fecais, e

estreptococos. Os coliformes totais são utilizados apenas como indícios de contaminação. Atualmente, a espécie *Escherichia coli* é considerada o melhor indicador de contaminação fecal, visto que algumas espécies de bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes fecais podem ser encontradas em outras fontes que não fezes (ANA, 2007).

De forma geral, a presença de coliformes nas águas subterrâneas está associada a poços mal construídos, sem laje de proteção e tubo de boca, sem perímetro de proteção e sob influência de rios poluídos, localizados inadequadamente ou mal protegidos (CETESB, 2004). Os coliformes fecais, subgrupo dos coliformes totais, dos quais faz parte a *Escherichia coli*, caracterizam poluição originária de dejetos fecais de animais de sangue quente. Geralmente, não se multiplicam e não se mantêm por muito tempo viáveis na água tanto por razões de baixas concentrações de nutrientes como de temperaturas adversas. A presença de indicadores bacterianos de poluição fecal na água indica que patógenos intestinais podem estar presentes e representar um risco à saúde (Feresu e Van Sickle, 1990). O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000). A presença de coliformes fecais indica a possibilidade de contaminação por fezes e, conseqüentemente de microorganismos patogênicos existentes nas mesmas, que por serem mais raros e mais frágeis às condições ambientais, tornam-se difíceis de serem evidenciados. Coliformes totais são bactérias escassas em fezes e indicam contaminação pelo solo (SILVA, 2003).

No Brasil a maioria das águas são ácidas ou levemente ácidas. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. A acidez ou a basicidade das águas subterrâneas podem ter origem em fatores naturais do terreno ou resultante de poluentes dissolvidos na água. É uma medida simples que pode indicar mudanças na qualidade das águas subterrâneas, sendo que resíduos de substâncias poluentes podem ser ácidos ou alcalinos. Visto que o pH dessas águas varia entre 5,5 a 8,5 (ZIMBRES, 2000). O pH da água para abastecimento público deve estar na faixa de 6,0 a 9,5 recomendado pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 518, de 25 de março de 2004). Entretanto, águas com pH ácido tendem a ser corrosivas, enquanto que águas com pH básico tendem a formar incrustações. Afeta o processo de tratamento de água e pode contribuir para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas (bombas submersas, bombas centrifugas, tubulações, etc.), além de favorecer a adição de constituintes para a água, tais como: ferro, cobre, zinco, cádmio e chumbo. Os valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água (DERÍSIO, 1992).

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. É a alteração da penetração da luz provocada por partículas em suspensão, como bactérias, lodo, argilas e silte ou fontes de poluição como descarga de esgoto doméstico que lançam materiais finos e outras substâncias na águas. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. A importância da turbidez na água é muito grande pois pode reduzir a eficiência do processo de cloração, servindo de proteção para os microorganismos evitando o contato destes com os desinfetantes (cloro, etc.). Além disto, as partículas de turbidez transportam matéria orgânica absorvida que podem causar cor, sabor e odor. A turbidez é medida através do turbidímetro, comparando-se o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento maior será a turbidez. Os valores são expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT) ou Unidade Turbidimétrica (UT).

Os padrões internacionais de água para consumo humano da OMS, recomendam teores máximos desejáveis e permitidos de até 5 UT. A turbidez, material em suspensão na água, pode se fixar aos patógenos existentes, protegendo-os e até dificultando a ação do cloro sobre os mesmos (SCHWARTZ et al., 2000).

METODOLOGIA

A superfície da bacia hidrográfica do córrego João Dias é de 11.412,10 hectares e encontra-se compreendida entre as latitudes sul de 20°18'19" e 20°28'21" e as longitudes oeste de 55°38'55" e 55°48'54" do meridiano de Greenwich. Seu sistema de drenagem maior nasce no morro de Santa Bárbara, ramificação da serra de Maracajú, em terras pertencentes ao Aldeamento do Limão Verde, da tribo Terena, no município de Aquidauana. Com 28 km de extensão, sua nascente localiza-se a 480 metros de altitude, na região do primeiro patamar da borda ocidental da bacia rudimentar do Paraná, precisamente no grupo Cuiabá, e suas águas cortam terrenos das Formações Aquidauana, Furnas e Pantanal, até desaguar na margem direita do Rio Aquidauana, a 700 metros a jusante da ponte Roldão Carlos de Oliveira.

Quanto ao clima, na região são predominantes duas estações: uma chuvosa e outra seca. A precipitação média anual está em torno de 1350 mm. O período de maior precipitação inicia-se, no mês de outubro e vai prolongando até março, com maior pico nos meses de dezembro a janeiro. Uma estação seca entre abril a setembro com estiagem bem definida nos meses de junho, julho e agosto. (Sant'Anna Neto,

1993). Segundo o mesmo autor esse período de estiagem, mesmo não sendo prolongado, faz com que muitos poços freáticos diminuam seu volume. Observa-se também que apesar do volume de água dos rios permanecerem por mais tempo em seus leitos e a umidade decair tardiamente, os solos possuem horizonte A, geralmente impermeável e pouco poroso, o que dificulta a infiltração e o armazenamento de água, contudo sem essa pouca espessa camada do horizonte A, esses terrenos passam a ser arenosos e friáveis e de grande poder de percolação.

Na bacia hidrográfica do córrego João Dias há uma diversificada variedade de solos decorrente da estrutura geológica da região. Na área urbana, predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA). Caracterizado como solos não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundos, bem drenados, e em alguns casos com drenagem moderada. (Atlas Multireferencial, 1990). O sub-aquífero Aquidauana, é caracterizado por apresentar em suas superfícies solos do tipo Neossolo Quartzarênico (RQ), seguidos de Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) textura média. Esses solos foram originados da decomposição arenítica e caracterizam-se pela baixa capacidade de retenção de água e elevadas taxas de infiltração, em torno de 250 mm/h (GOMES et. al, 1999). Esses solos funcionam como uma “esponja” que propicia elevada infiltração e grande disponibilidade hídrica. Contudo, esses terrenos apesar de possuírem grande potencial hídrico, constituem-se em ambiente de fragilidade de contaminação.

Para o monitoramento desta bacia, foram realizadas 4 coletas sazonais, sendo 2 no verão e 2 no inverno, totalizando 2 anos de coletas. As informações sobre as características dos poços, localização na propriedade, tipo de captação e as condições sanitárias dos poços, foram coletadas aplicando um questionário informativo de campo.

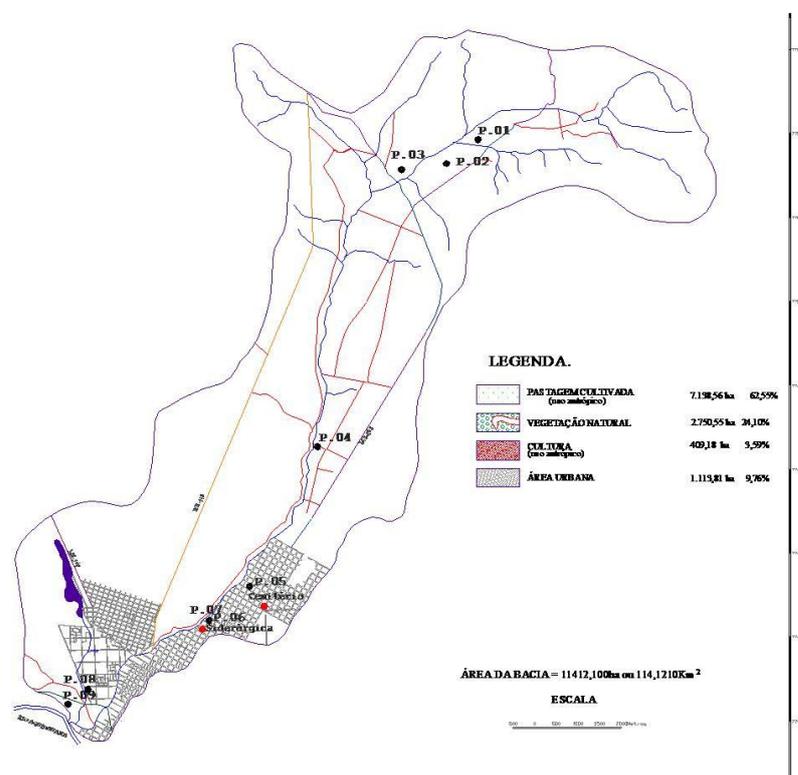


Figura 1. Mapa de localização dos poços na Bacia do Córrego João Dias.

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Química e Bioquímica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS/Unidade Universitária de Aquidauana e Hidrologia Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/Campus de Aquidauana – Unidade II. Na Tabela 1 encontram-se as variáveis analisadas e seus respectivos métodos analíticos. A metodologia de coleta e preservação das amostras seguiram as orientações descritas pelos guias desenvolvidos pela CETESB (1987) e as recomendações de APHA (1980).

O método de coleta consistiu na captação de água de poços (freáticos ou tubulares) através de amostradores adequados para cada tipo de análise. O pH foi determinado através do pHmeter Model 420^A e a turbidez através do Turbidímetro DLA-1000/II.

Variáveis	Métodos analíticos
Coliformes totais e fecais	Método de tubos múltiplos (Soares e Maia, 1999)

pH
Turbidez

Eletrométrico (CETESB, 1977)
Nefelométrico (CETESB, 1977)

Tabela 1- Variáveis para análise de qualidade de água para consumo humano e seus respectivos métodos. Fonte: Adaptado de CAPPI, 2004.

O Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais foi analisado através do método de tubos múltiplos realizado com base na metodologia para análise microbiológica descrita por Soares e Maia (1999) da seguinte forma:

a). Coliformes totais: O exame se processa em duas etapas (ensaio presuntivo e confirmativo). O ensaio presuntivo consiste na semeadura de volumes determinados da amostra em séries de tubos de caldo lactosado (CL) ou caldo lauril triptose (CLT), que são incubados a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$, durante 24-48 horas. Caso haja produção de gás, transfere-se cada cultura com resultado presuntivo positivo para caldo lactosado com verde brilhante e bile a 2% (CLVBB), sendo a incubação efetuada também a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$, durante 48 horas. A produção de gás a partir da fermentação da lactose neste meio é prova confirmativa positiva para a presença de bactérias do grupo coliforme.

b). Coliformes fecais: Consiste na transferência de cada da cultura com resultado presuntivo positivo para tubos contendo meio EC, que serão incubados durante 24 ± 2 horas a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em banho-maria. O resultado será positivo quando houver produção de gás a partir da fermentação da lactose contida no meio EC.

A determinação de NMP se completa correlacionando-se o número de tubos positivos com tabela apropriada do método.

DESCOBERTAS e DISCUSSÕES

Na tabela 2 encontram-se os números mais prováveis de coliformes totais e fecais e as variáveis, pH e turbidez, respectivamente. Considerando o Verão como a estação de maior intensidade pluviométrica na região, observou-se em praticamente, todos os poços com exceção do P9, que apresentou menos de 30 bactérias para cada 100 mL de amostra, um elevado NMP de bactérias do grupo coliformes, e no período seco (Inverno) uma redução. Os poços P1, P2, P6, P7 e P8 apresentaram NMP de bactérias elevados em pelo menos dois períodos das estações analisadas, enquanto os poços P3, P4, P5 e P9 reduzidos em praticamente todas as estações. Considerando que 80% dos poços da região são construídos manualmente e a maioria em péssimas condições, sem cobertura e revestimento interno, facilitando dessa forma através do escoamento superficial, a contaminação bacteriológica e química do manancial subterrâneo (CAPPI, 2002). A profundidade é outro fator determinante, pois a poluição fecal da água de poços rasos é facilitada pela pequena profundidade do lençol aquífero (Amaral, 2003). Como 70% dos poços analisados são rasos, com profundidade de no máximo 10 metros, essa condição indica susceptibilidade à contaminação, principalmente no período chuvoso, em decorrência da percolação rápida dos microorganismos em direção à água.

Tabela 2. Números Mais Prováveis de Coliformes totais e fecais (NMP/100 mL) encontrados nas águas de poços na bacia do córrego João Dias.

Estações	Coliformes (NMP em 100/mL)	Pontos de coleta								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
I/ 1º ano	Totais	4600	1500	40	<30	<30	430	90	750	<30
	Fecais	1500	1500	<30	<30	<30	430	40	430	<30
V/ 1º ano	Totais	4600	2400	750	90	<30	4600	750	1100	<30
	Fecais	750	1100	40	40	<30	4600	150	430	<30
I/ 2º ano	Totais	90	150	30	30	30	1100	1500	30	30
	Fecais	70	150	30	30	30	150	930	30	30
V/ 2º ano	Totais	750	-	40	<30	230	150	210	280	<30
	Fecais	430	-	40	<30	40	70	150	110	<30

De acordo com a Portaria nº 518 (BRASIL, 2004) o pH das águas para consumo humano deve situar-se na faixa de 6,0 a 9,5. Na tabela 3 os poços P1, P2, P6 e P8 apresentaram pH superior a 6,0 e P3, P4, P5, P7 e P9 registraram valores inferiores. Os poços P1 e P6, no inverno, apresentaram 5,28 e 5,25 respectivamente. Observou-se nos poços P3, P4, P5 e P9 uma relação direta entre o pH inferior a 6,0 e as baixas concentrações de coliformes em praticamente todas as estações analisadas, enquanto os poços P1, P2, P6 e P8 apresentaram (Verão) pH acima de 6,0 e NMP de bactérias elevados, sendo que para a maioria das bactérias o pH ótimo de crescimento encontra-se na faixa de 6,5 a 7,5 (TURKEWICZ, 2005).

A turbidez apresentou valores inferiores ao mínimo permitido de 5 NTU (BRASIL, 2004) em todos os poços no período seco (Inverno), com exceção do P1 (152 NTU), isso se deve à escassez de chuva na região. No Verão os poços P1, P2, P7 e P8 apresentaram valores acima do máximo permitido e os poços P3, P4, P5 e P9 apresentam valores reduzidos. A turbidez e o NMP de bactérias apresentaram-se reduzidas nos poços P3, P4, P5 e P9 em todas as estações e elevados nos poços P1, P2, P7 e P8 (verão). AMARAL (1990) constatou uma relação positiva entre a turbidez e o número de coliformes evidenciando que a água de escoamento superficial, que infiltra no solo carrega poluição fecal.

De acordo com a Portaria 518 (BRASIL, 2004) a água para consumo humano deverá apresentar total ausência de coliformes totais e fecais. Logo, as águas de todos os poços analisados apresentaram-se imprópria para o consumo humano. Os NMP de bactérias fecais no inverno (1º ano) apresentaram-se elevados nos poços P1 com 1500 bactérias (CF), P2 com 1500 (CT e CF) e P6 com 430 para CT e CF, os poços P3, P4, P5 e P9 apresentaram menos de 30 bactérias (CT e CF). No Verão (1º ano) as concentrações aumentaram em todos os poços com exceção do P5 e P9 com menos de 30 bactérias para CT e CF. Os poços com maiores concentrações são: P1 com 4600 bactérias (CT) e 750 (CF); P2 com 2400 (CT) e 1100 (CF); P6 com 4600 (CT e CF) e P8 com 1100 (CT) e 403 (CF). No inverno os NMP de bactérias foram reduzidas em praticamente todos os poços, com exceção dos poços P6 1100 (CT) e 150 (CF) e P7 com 1500 (CT) e 130 (CF), os demais ficaram com valores inferiores a 30 bactérias.

Tabela 3. Variação sazonal de pH e turbidez nas águas de poços da bacia do Córrego João Dias.

Estações	Variáveis	Poços								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
I/ 1º ano	pH	5,3	6,1	4,8	4,1	4,7	5,5	5,3	6,4	5,2
V/ 1º ano		6,5	7,1	5,4	5,4	5,4	6,4	5,3	6,8	5,8
I/ 2º ano		6,2	5,7	5,2	5,2	5,2	6,4	5,0	6,5	6,0
V/ 2º ano		6,0		5,3	5,4	5,5	6,6	5,4	7,0	5,7
I/ 1º ano	Turbidez (NTU)	3,0	2,0	4,0	2,2	1,6	3,3	3,4	2,7	1,2
V/ 1º ano		31,1	12,5	3,2	2,1	0,5	2,0	10,6	19,3	0,4
I/ 2º ano		5,5	2,8	3,0	1,5	0,8	1,3	4,8	7,0	0,6
V/ 2º ano		1,4		0	0	0	0	12,2	20,0	2,2

A sazonalidade influenciou significativamente na turbidez (Figura 2), pois o aumento das chuvas de verão eleva a quantidade de sólidos em suspensão na água, conferindo uma aparência turva à água, uma vez que os poços são rasos tendo em média 10 m de profundidade. Portanto, no Verão (1º ano) os valores excederam o máximo permitido de 5 NTU (BRASIL, 2004), sendo P1(31,1 NTU), P2 (12,5 NTU), P7 (10,6 NTU) e P8 (19,3 NTU). No Verão (2º ano) os valores também ultrapassaram o Valor Máximo Permitido (VMP) nos poços P7 e P8 com 12,2 e 20 NTU respectivamente. A turbidez e o NMP de bactérias apresentaram-se elevados nos poços P1, P2, P7 e P8 no verão (1º ano) como estes poços são rasos e desprotegidos, sem cobertura externa e calçamento no entorno, podem estar recebendo água resultante do escoamento superficial, que infiltra no solo e carrega poluição fecal. A água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (GELDREICH, 1998).

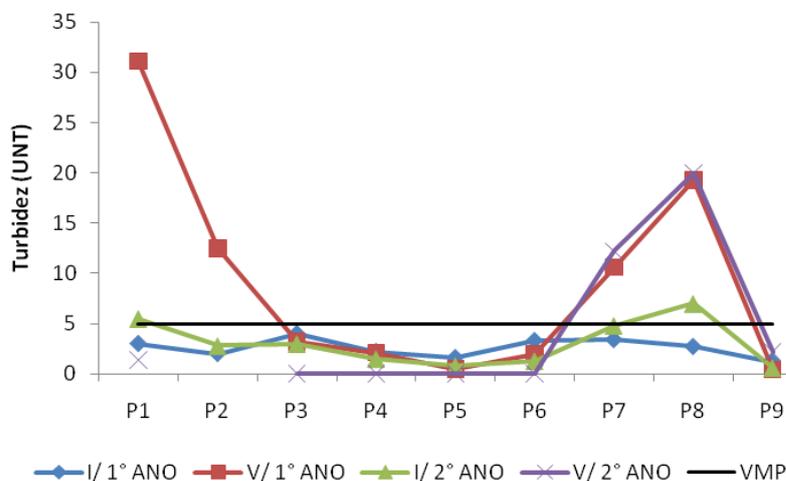


Figura 3. Variação sazonal da turbidez nos poços da bacia do córrego João Dias.

Na figura 4 o pH dos pontos P3, P4, P5 e P7 apresentaram valores abaixo do permitido pela Legislação Vigente (6,0) em todo o período avaliado, tornando-se portanto, impróprias para consumo. Os

pontos P6 e P8 foram os que sofreram menores variações nos valores de pH, por se tratarem de poços com cobertura e proteção lateral, é possível que essas características tenham minimizado o impacto das chuvas na qualidade da água.

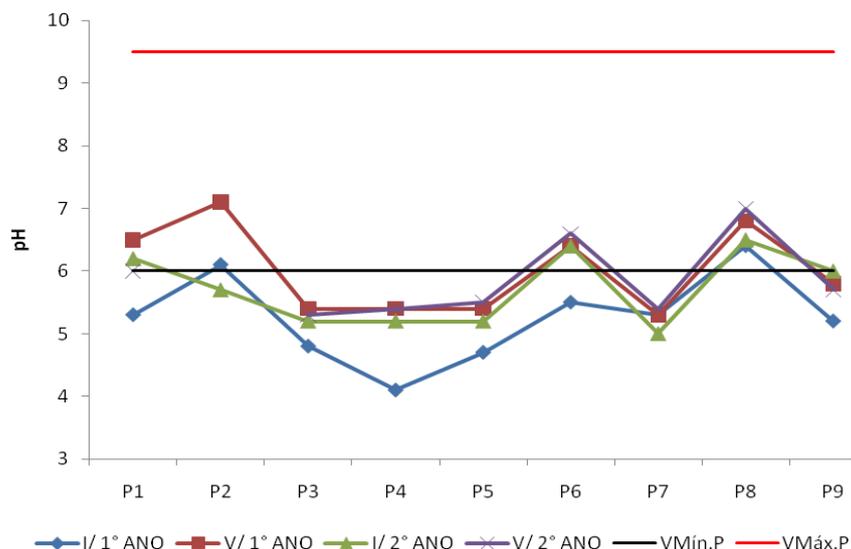


Figura 4. Variação sazonal do pH nos poços da bacia do córrego João Dias.

CONCLUSÕES

A presença de coliformes, a turbidez e o pH apresentaram uma relação aparente em praticamente todos os poços e foram influenciados pela sazonalidade, bem como pelas condições precárias dos poços. No período seco as águas dos poços, exceto P1, P2 e P7 apresentaram NMP de bactérias reduzidos, enquanto nas estações chuvosas, com exceção do P3, P5 e P9 todos se elevaram. Os poços P3, P4, P5 e P9 com pH e turbidez baixos também apresentaram NMP de bactérias inferiores aos demais. Assim, as águas dos poços nesse período, podem ser consideradas impróprias para o consumo humano de acordo com a Legislação Vigente.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. A. et. al. **Influência do pH, temperatura e turbidez na qualidade bacteriológica da água de três mananciais de abastecimento público.** ARS Veterinária. Jaboticabal-SP, 1990, v.6. n.2. p. 136-143.

AMARAL, L. A. et al. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais.** Rev. Saúde Pública, Agosto 2003, vol. 37, nº. 4.

APHA- **Standard methods for examination of water and wastewater.** 19 th ed. Washington, APHA/AWWAWPCF, 1995.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas.** São Paulo, CETESB, 1977. p. 7-25, 37-39

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. DOU, Nº 59 Brasília, 26/03/2004. Seção 1. p.266.

CAPPI, N. **Influência do Uso e Ocupação do solo nas concentrações de nitrato nas águas subterrâneas das bacias dos córregos Fundo e Santa Maria, Aquidauana/MS**. 2002. 103 p. Dissertação (Mestrado em geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2002.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo:1987. 150p

CONBOY, M.J. e GOSS, M.J. **Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin**. *J Contam Hydrol*;43:1-24. 2000.

COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. **Journal of Environmental Management**, v.21, p.161-179, 1985.

DEMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto. **Monitoramento das águas do Delta e foz dos rios formadores do Guaíba**. ECOS Pesquisas. Porto Alegre nº5, ano 2, outubro/2001. 61p.

DERÍSIO J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo. 1992.

FOSTER S 1993. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes**. Instituto Geológico, São Paulo.

GELDREICH, E.E. **Aspectos microbiológicos dos esgotos e dos seus processos de tratamento**. In: Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. *Desinfecção das águas*. São Paulo, CETESB. 1974. cap. 10, p. 115-34.

GELDREICH, E.E. **Qualidade microbiológica em águas potáveis**. In: Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. *Desinfecção das águas*. São Paulo, CETESB, 1974, cap. 7, p. 73-93.

HARMANCIOGLU, N.B.; OZKUL, S.A.; ALPLASN, M.N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N. (Ed.) **Environmental data management**. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.61-100. (Water Science Technology Library, 27).

ISSAC-MARQUEZ, A.P. et al. **Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche**. Salud Pública. México. 1994. v.36, p.655-61.

MISRA, K.K. **Safe water in rural áreas**. Int. J. Health Educ. 1975. v.18, p.53-9.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS) 2000. **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Publicación Científica**. 572. OPS, Washington, D.C. Packham RF 1992. Public health and regulatory aspects of inorganic nitrogen compounds in drinking water. *Water Supply*10(3):1-6.

PORTO, M. F. A. et al. **Estabelecimento de parâmetros de controle da poluição**. In: PORTO, M. F. A. et al. Hidrologia ambiental. São Paulo: Ed. da USP, 1991. v.3, parte 3, cap. 3,.

SCHWARTZ J., LEVIN R. e GOLDSTEIN R. **Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia**. *Journal of Epidemiology & Community Health* 54(1):45-51. 2000.

SOARES, J.B.; MAIA, A.C.F. **Água: Microbiologia e tratamento**. Ed. UFC- Fortaleza, 1999. v. 1, p.85-95.

SWOROBUCK, J.F.; LAW, C.B.; BISSONNETTE, G.K. **Assessment of the bacteriological quality of rural groundwater supplies in Northern West Virginia**. *Water Air Soil Pollut.*, **36**:163-70, 1987.

TURKEWICZ, D. T. **Implicações do uso, ocupação e manejo do solo na qualidade das águas superficiais da bacia do córrego fundo, Aquidauana-MS**. 2005. 112p. (Dissertação Mestrado em Geografia). UFMS/CEUD. Dourados. 2005.