

ANÁLISE DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS COMO INDICADORES DA CONDIÇÃO DE POTABILIDADE DAS ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE UBÁ-RJ

Rúbia Bardy Prado¹, Rachel Bardy Prado², Flávia Cecílio Ribeiro Bregagnoli³, Natalícia da Silva Tavares⁴ & Ronaldo De Poli⁵

RESUMO--- Para investigar se a bacia hidrográfica do rio São Domingos, localizada no município de São José de Ubá, RJ, apresentava problemas relacionados à qualidade da água, alguns projetos foram desenvolvidos pela Embrapa Solos e seus parceiros contemplando o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, cujos dados resultantes foram utilizados no presente trabalho. As campanhas de campo foram realizadas em Outubro/2004 e em Abril-Agosto-Dezembro/2005, amostrando 23 pontos ao longo das microbacias Santa Maria/Cambiocó, Barro Branco e Prosperidade. Os parâmetros microbiológicos estudados foram: Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, coliformes totais e termotolerantes. As metodologias de análise utilizadas foram segundo FEEMA atualizadas pela APHA. Os resultados foram analisados em relação à sazonalidade e comparados com os limites estabelecidos pela Portaria 518/2004 e Resolução CONAMA 357/2005-classe1. Obteve-se que Barro Branco e Santa Maria/Cambiocó apresentaram pior situação quanto aos parâmetros analisados, relacionados ao lançamento de esgoto, por serem mais populosas. Isto ocorreu principalmente na época seca, quando a água fica mais parada. Comparando os resultados com os limites estabelecidos pela legislação, observou-se que muitos pontos analisados apresentaram teores em inconformidade, mostrando que esta água não estava adequada, em grande parte dos casos, principalmente quanto à potabilidade.

ABSTRACT--- Some projects were developed in Sao Domingos river basin - São Jose de Uba municipality, RJ, to evaluate surface and groundwater water quality by Embrapa Soils and their partners. Results of microbiological parameters were used in this paper. Samples were collected on October 2004 and on April-August-December 2005 in 23 points along Santa Maria/Cambioco, Barro Branco and Prosperidade microbasins. The microbiological water parameters analyzed were Dissolved Oxygen, Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand, total and fecal coliforms. The methodology of analysis used was from FEEMA updated by APHA. The results were analyzed and related to seasonality and compared to maximum level allowed by environmental laws (Portaria 518/2004 for drinking water and Resolução CONAMA 357/2005 for class1). Barro Branco and Santa Maria/Cambioco microbasins showed worst water quality in terms of microbiological parameters because there is bigger population and sewage production than Prosperidade. This fact occurred mainly in dry season when the water maintains stopped. Most points sampled presented values of analyzed parameters out of maximum level allowed by environmental laws. Thus, it is necessary suitable treatment to allow good drinking water to population in this municipality.

Palavras-chave: Qualidade da água, São José de Ubá, potabilidade.

¹ Aluna de licenciatura em Ciências Biológicas, Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – MG. E-mail: rubiabardy@hotmail.com

² Pesquisadora A – Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, 22460000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: rachel@cnps.embrapa.br

³ Professora de licenciatura em Ciências Biológicas, Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – MG. E-mail: flaviabrega@gmail.com

⁴ Funcionário da FEEMA-RJ, Rua Edmundo Chagas, 116 Centro, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: nataliciatavares@yahoo.com.br

⁵ Funcionário da FEEMA-RJ, Rua Edmundo Chagas, 116 Centro, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: rspoly@oi.com.br

1 – INTRODUÇÃO

Devido à forma não-sustentável como a humanidade conduziu a exploração dos recursos hídricos, estes se encontram em escassez, ocasionando sérios problemas de ordem ambiental, social e econômica. Segundo Prado (2004) diversos são os fatores que levam à deterioração da água, podendo ser classificados em fontes pontuais e difusas. As fontes pontuais se caracterizam, essencialmente, pelos efluentes domésticos e industriais, já as difusas são caracterizadas pelos resíduos provindos da agricultura (fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros), podendo ser citados ainda o escoamento superficial urbano e dos pátios de indústrias.

Atualmente, muitas pessoas no mundo sofrem com a falta d'água, pois a maior parte desta é salgada e está nos oceanos. Além da quantidade, existem ainda os problemas relacionados à qualidade da água. Muitas crianças morrem no Brasil e grande parte das internações são consequência de doenças de veiculação hídrica. Este fato ocorre pela falta de saneamento básico e pela poluição das águas, principalmente, com esgotos domésticos sem tratamento prévio.

Na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (BHRSD), localizada no município de São José de Ubá, estes problemas encontram-se presentes. Este rio é afluente do rio Muriaé, pertencente ao Complexo Hidrográfico do rio Paraíba do Sul. Trata-se de uma das regiões mais secas e degradadas da região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, cuja população vem enfrentando problemas de escassez de água. Esta se deve ao desmatamento excessivo, erosão dos solos e assoreamento dos corpos d'água, como consequência da ocupação não planejada das terras e dos sistemas agrícolas não-preservacionistas que têm vigorado até o momento. Este município é o maior produtor de tomates do Estado do RJ atualmente, sendo que essa cultura exige uma grande quantidade de água, o que contribui para o aumento da demanda de água, além da geração de resíduos de fertilizantes e pesticidas, que são altamente poluidores da água. Em relação à distribuição de água, sabe-se que na zona rural (predominante no município de São José de Ubá) o abastecimento doméstico é realizado principalmente por poços rasos e profundos com qualidade da água duvidosa. A poluição ocorre gradativamente e, para detectá-la com maior precisão, é preciso fazer uso de instrumentos como o monitoramento. Este se presta a identificar o nível da degradação da água ao longo do tempo, por meio de parâmetros que podem ser de natureza física, química e biológica. Perante esta situação de degradação dos recursos hídricos, alguns projetos coordenados pela Embrapa Solos, com atuação de diversos parceiros, vêm sendo desenvolvidos na BHRSD como o projeto “Gestão Participativa da bacia do rio São Domingos”, edital CT-Hidro 02/2002 e o projeto “Planejamento Conservacionista das Terras e Modelagem Preditiva de Sistemas Aquíferos do Cristalino para a Recarga Hídrica em Bacias Hidrográficas de Relevo Acidentado” – PRODETAB 087-02/01 Embrapa (finalizados em

2005), os quais contemplaram o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e, aos quais este trabalho encontra-se relacionado. O objetivo do estudo foi verificar a qualidade de águas superficiais e subterrâneas de microbacias do município de São José de Ubá - RJ, por meio de análises microbiológicas, referentes aos anos de 2004 e 2005.

2.0 – IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM RELAÇÃO A SAÚDE HUMANA

Visando assegurar uma boa saúde para todos, é necessário que a água utilizada para os fins mais nobres se caracterize por um padrão mínimo de qualidade, o qual se estabelece pela legislação pertinente. Dessa forma, é importante que se realize uma avaliação contínua da qualidade da água, a fim de detectar a presença de substâncias tóxicas ou de microorganismos patogênicos, como por exemplo, alguns coliformes que podem transmitir uma série de doenças ao homem.

Conforme dados da Organização Mundial de Saúde – OMS (outubro de 2003) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (março de 2004), cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica, ou seja, estão relacionadas à água. Segundo Rebouças *et al.* (2006), esses índices refletem nas elevadas taxas de mortalidade, em especial nas taxas de mortalidade infantil.

Segundo Rebouças *et al.* (2006), as doenças associadas à água podem ser classificadas em quatro categorias: doenças com origem na água (organismos que se desenvolvem na água) como cólera, febre tifóide e desintéria; doenças produzidas por água contaminada a partir de organismos que não se desenvolvem na água como tracoma e leishmaniose; doenças relacionadas a organismos cujos vetores se desenvolvem na água como malária, filariose, febre amarela e dengue e outra categoria onde se enquadram as doenças dispersadas pela água.

Dados da Organização Mundial de Saúde – OMS (outubro de 2003) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (março de 2004) mostram ainda que estas doenças são as principais causas de internações, sendo que 21.000 crianças morrem por ano no Brasil por doenças relacionadas a água. Acrescenta-se a estes dados os relacionados a seguir: 60 milhões de brasileiros não têm saneamento básico; 10 milhões não contam com coleta de esgotos; 16 milhões não possuem coleta de lixo (sendo que 64% dos municípios brasileiros depositam o lixo coletado em lixões a céu aberto), 3,4 milhões de residências não têm água encanada (o que atinge 15 milhões de brasileiros); 1/3 dos municípios com menos de 20.000 habitantes não têm água tratada; 75% dos esgotos coletados nas cidades brasileiras não têm tratamento. Sendo assim, percebe-se mais uma vez a grande necessidade do estudo e avaliação da qualidade da água para fins de abastecimento urbano, principalmente para fins de potabilidade.

3.0 – IMPORTÂNCIA EM SE AVALIAR OS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DAS ÁGUAS EM RELAÇÃO AO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

De acordo com Prado (2004), a eutrofização é uma resposta a um enriquecimento do corpo hídrico por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio. Esses nutrientes, despejados nos corpos d'água propiciam o desenvolvimento de algas e a diminuição do oxigênio dissolvido, favorecendo o surgimento de bactérias anaeróbias, podendo atribuir sabor e cheiro desagradável à água, comprometendo assim o seu uso.

Os processos de eutrofização podem ocorrer tanto em ambientes lênticos (água parada ou com movimento lento, como por exemplo, lagos, lagoas e reservatórios) como em ambientes lóticos (águas moventes, como por exemplo, rios e córregos), independente de serem naturais ou artificiais. Contudo, o processo de eutrofização tende a ser mais acelerado em ambientes lênticos, pela sua característica de água parada, que interfere em alguns parâmetros da água, favorecendo, por exemplo, a redução do oxigênio dissolvido (Esteves, 1988).

Segundo Von Sperling (1996), os principais efeitos indesejáveis da eutrofização são problemas estéticos e recreacionais, ou seja, diminuição do uso da água para recreação, balneabilidade e redução geral na atração turística devido a: frequentes florações das águas; crescimento excessivo da vegetação; distúrbios com mosquitos e insetos; eventuais maus odores; eventuais mortandades de peixes.

Apesar das conseqüências da eutrofização serem reconhecidas como um problema desde 1950, somente a partir das últimas décadas a presença de cianobactérias nos ecossistemas aquáticos passou a ser vista como adversidade. Várias espécies de cianobactérias produzem toxinas muito potentes (cianotoxinas), capazes de danificar a saúde humana, irrigação, entre outros (Rebouças et al., 2006).

Portanto, torna-se necessário avaliar os parâmetros de qualidade da água capazes de indicar o nível de eutrofização de um determinado curso d'água, por meio de um processo contínuo denominado de monitoramento. Segundo COGERH (2007) estes parâmetros são principalmente clorofila a, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitratos, oxigênio dissolvido, ortofosfatos, sílica, total de sólidos em suspensão.

4.0 LEGISLAÇÕES RELACIONADAS À CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO OS USOS A QUE SE DESTINA

Segundo a ABNT (1987), os padrões para a qualidade da água são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, como por exemplo, concentrações de poluentes. Os parâmetros visam manter ou definir uma meta para a qualidade do curso d'água e ainda define os

níveis de tratamento a serem adotados na bacia. Os padrões são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam o risco e o dano causados pela exposição de um determinado poluente. Um critério científico significa uma quantidade limite fixada para um determinado parâmetro que, estando dentro das normas, protegerá os usos desejados para um determinado corpo d'água, dentro de um grau de segurança. O critério pode ser também uma especificação escrita, não expresso em termos de concentrações. Dessa forma, o padrão de qualidade para garantir um determinado uso deve ser no mínimo igual ao critério de qualidade para esse uso (Nascimento et al., 1998).

4.1 - Portaria 518 de 25 de março de 2004

Trata-se da legislação mais utilizada no país quando se pretende checar a qualidade das águas para o consumo humano. Dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água, estabelecendo ainda, que toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade. Essa norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica. Essa portaria substitui a Portaria n° 1469 do Ministério da Saúde de 2000. De acordo com essa portaria, água potável é a água para consumo humano que deve estar de acordo com os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos e atender ao padrão de potabilidade do Art.11 da mesma, para que não ofereça riscos à saúde, conforme Tabela 1.

4.2 – Resolução CONAMA n° 357 de março de 2005

Esta é a resolução mais recente e revoga a Resolução CONAMA n° 020, de 18 de junho de 1986 (BRASIL, 2005). Foi implementada tornando os limites de alguns parâmetros mais restritivos, além de contemplar limites para parâmetros anteriormente não contemplados. Nela encontramos a classificação dos corpos de águas superficiais, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. Também estabelece as diretrizes ambientais para o seu enquadramento e as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Neste estudo veremos como se estabelece as condições da Classe 1 para as águas doces superficiais, quanto aos parâmetros microbiológicos, que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. No Art.14 desta Resolução observam-se as seguintes condições e padrões para os parâmetros estudados: DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂; OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂, sendo que o parâmetro DQO não foi destacado nesta Resolução.

Tabela 1- Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.

PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano⁽²⁾	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	- Sistema que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; - Sistema que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml.

Legenda: (1) Valor máximo permitido; (2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras e (3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

Fonte: BRASIL, 2004.

5.0 – MATERIAL E MÉTODOS

5.1 – Descrição da Área de Estudo

A área refere-se às microbacias de Santa Maria/Cambiocó, Barro Branco e Prosperidade, pertencentes à bacia hidrográfica do rio São Domingos (BHRSD), situada entre as coordenadas geográficas 21°15'00" e 21°30'00" Sul e 41°45'50" e 42°04'50" Oeste (Figura 1).

Esta bacia possui aproximadamente 280 km² e localiza-se no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, sendo 90% do seu território compreendido pelo município de São José de Ubá e 10% pelo município de Itaperuna. O rio São Domingos é afluente do rio Muriaé, fazendo parte do Complexo Hidrográfico do rio Paraíba do Sul, um dos mais importantes do Estado do Rio de Janeiro. A Figura 2 apresentada anteriormente mostra a localização da bacia no Estado do Rio de Janeiro, destacando as três microbacias estudadas, Santa Maria/Cambiocó, Barro Branco e Prosperidade. Estas microbacias foram selecionadas porque possuem diferenças em suas características, como por exemplo, o uso e ocupação que é mais intensivo em Santa Maria/Cambiocó e Barro Branco, devido ao maior número populacional e plantio de tomate e menos intensivo em Prosperidade, cujas terras correspondem em sua maioria a um único proprietário, que preservou o maior fragmento florestal da bacia, mas também pratica a pecuária no restante da área. A altitude também é diferenciada, sendo menos elevada em Santa Maria/Cambiocó e Barro Branco e mais elevada em Prosperidade que está localizada próximo às nascentes principais da bacia. A geologia e a pedologia também possuem aspectos diferenciados (Menezes et al., 2005).

O maior contingente populacional desta bacia encontra-se no meio rural, sendo as principais atividades econômicas: pecuária leiteira e de corte, olericultura e fruticultura. A maior parte da população rural é abastecida, para as suas necessidades domésticas, por poços rasos e profundos,

como já mencionado, pois a água superficial além de insuficiente encontra-se poluída (Prado et al., 2005).

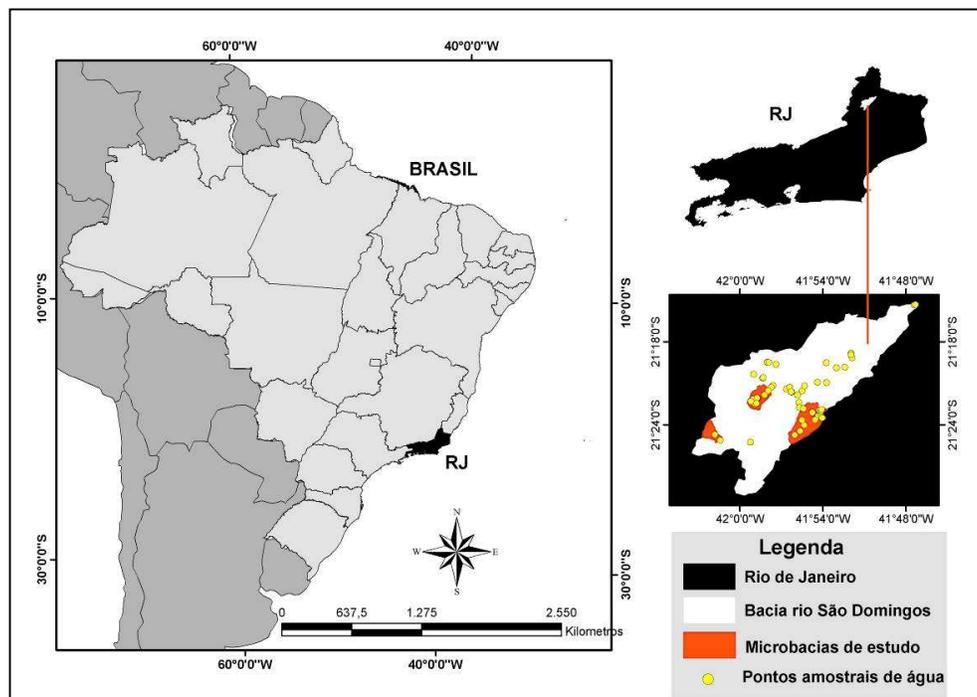


Figura 1 – Localização da área de estudo e dos pontos amostrais de água.

Observou-se ainda nesta região a construção de fossas sépticas muito próximas aos poços de abastecimento de água, o que pode favorecer a contaminação da água por coliformes fecais e nitratos, quando as fossas e poços não são bem revestidos. Quanto às fontes difusas de poluição da água, o manejo inadequado do solo e os consequentes processos erosivos contribuem para o carreamento de sedimentos e poluentes até os cursos d'água, causando além de seu assoreamento, sua poluição.

5.2 - Coleta de amostras de água

Foram realizadas campanhas de campo em Outubro de 2004, bem como Abril, Agosto e Dezembro de 2005 para as coletas das amostras, com o objetivo de monitoramento da água subterrânea (poços rasos - R e poços profundos - P) e superficial (reservatórios - S e nascentes - N), nas microbacias Santa Maria/Cambiocó (pontos 7N, 8R, 11R, 12R, 13R, 4P, 24S, 25N, 27S, 29S, 32S), Barro Branco (pontos 15R, 18R, 19R, 20R, 21R, 23R, 12P, 20N, 21S, 37S) e Prosperidade (pontos 1S e 36S). Foram amostrados ao todo 23 pontos, que foram identificados e georreferenciados, com o auxílio de um *Global Positioning System* (GPS), sendo representativos da realidade ambiental das microbacias. As amostras, quanto às características microbiológicas: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), coliformes totais e coliformes termotolerantes, foram analisadas na Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEEMA) de Campos de Goytacazes, Rio de Janeiro.

Para garantir a caracterização e o monitoramento da qualidade da água, seja referente ao seu uso ou para identificar o nível de degradação para um determinado corpo d'água, foram tomadas medidas adequadas e de fundamental importância nas etapas de coleta como acondicionamento, preservação e transporte das amostras (Prado et al, 2005). As metodologias de análise utilizadas foram as da FEEMA (1979) atualizadas pela APHA (1995).

5.3 – Organização e análise dos dados

Uma vez obtidos os resultados das análises, foi elaborada e organizada uma base de dados contendo as coordenadas geográficas dos pontos amostrados, no programa Excel, com todas as informações do cadastro dos pontos de amostragem d'água e dos resultados referentes aos parâmetros de qualidade de água analisados. Em seguida foram gerados gráficos correlacionando os resultados dos parâmetros microbiológicos com a época da coleta, para verificar a influência da sazonalidade. Uma fase posterior foi comparar os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela Portaria 518 de 2004 e Resolução CONAMA 357 de 2005, para a classe 1.

6.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ressalta-se que os resultados apresentados neste trabalho e plotados nos gráficos e tabelas são valores absolutos obtidos pelas análises dos parâmetros analisados.

6.1 – Análise da influência da sazonalidade na qualidade da água

Ao se observar os resultados das Figuras 2A, 2B e 2C pode-se verificar que os coliformes totais atingiram valores máximos próximos de 5.000 NMP, principalmente para águas superficiais. Isto se explica pelo fato da água superficial estar mais exposta à entrada de esgotos e devido à dessedentação de animais, que acabam por depositarem fezes na água contendo coliformes. Com relação à época do ano observa-se que no período de seca os valores são geralmente mais elevados, pois com a ausência das chuvas, ocorre uma maior concentração destes microorganismos na água. Verifica-se ainda que a microbacia de Prosperidade apresentou valores menos elevados de coliformes totais, por estar localizada em área de nascente onde a ocupação urbana é menor, portanto, há menos lançamento de esgotos de origem doméstica.

Para os coliformes termotolerantes, observa-se nas Figuras 3A, 3B e 3C um comportamento similar ao dos coliformes totais, com tendência dos valores aumentarem também no período seco. Contudo, os pontos localizados no exutório de cada microbacia 36S em Prosperidade, 37S em Barro Branco e 24S em Santa Maria/Cambiocó foram os que apresentaram teores mais elevados, não excedendo 1.000 NMP. É interessante ressaltar que mesmo os poços rasos e profundos acusaram presença de coliformes termotolerantes, indicando a contaminação desta água por fossas sépticas

construídas muito próximas ou pela mal impermeabilização dos poços, o que pode comprometer a saúde humana, uma vez que esta água é utilizada para abastecimento doméstico da população rural.

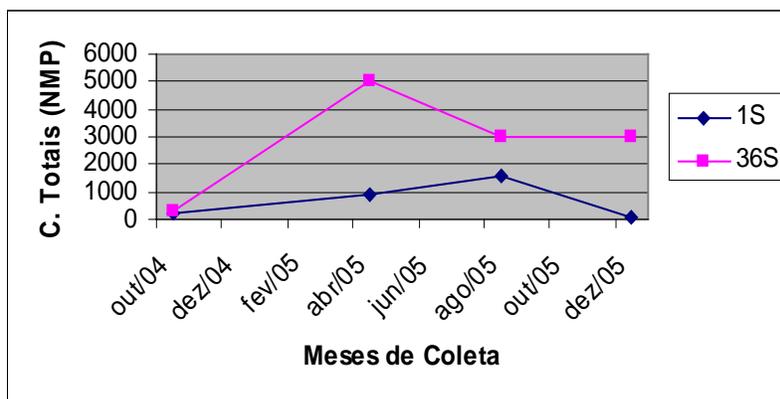
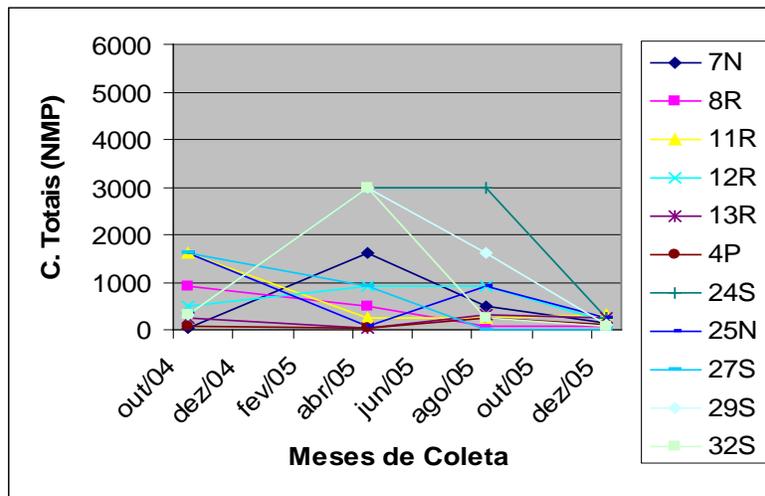
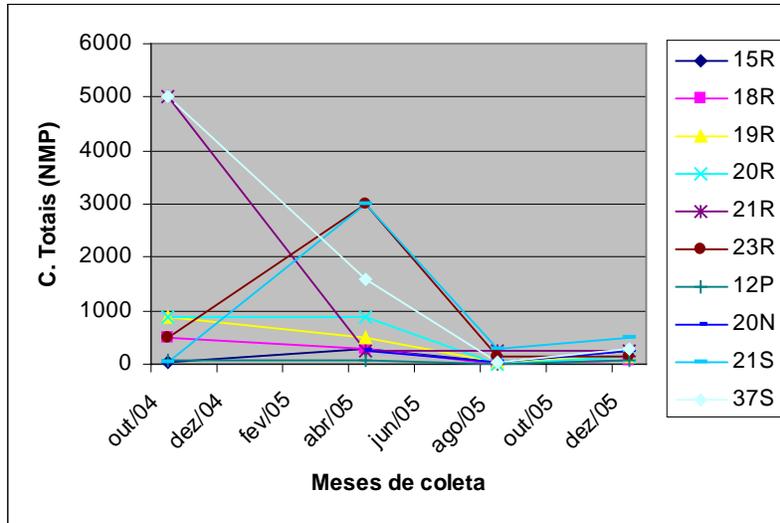


Figura 2A, 2B e 2C, respectivamente: Coliformes totais (NMP) nas microbasias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

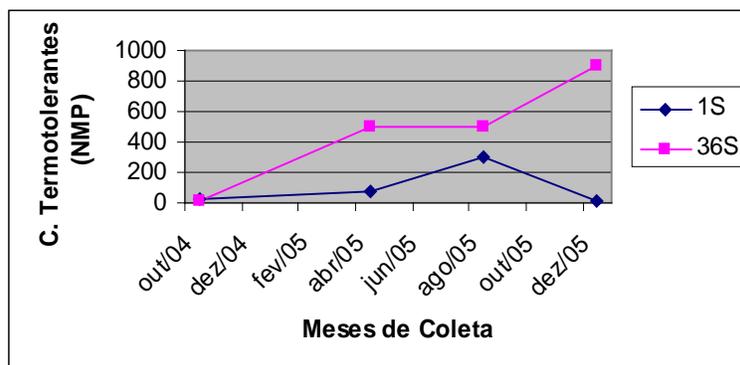
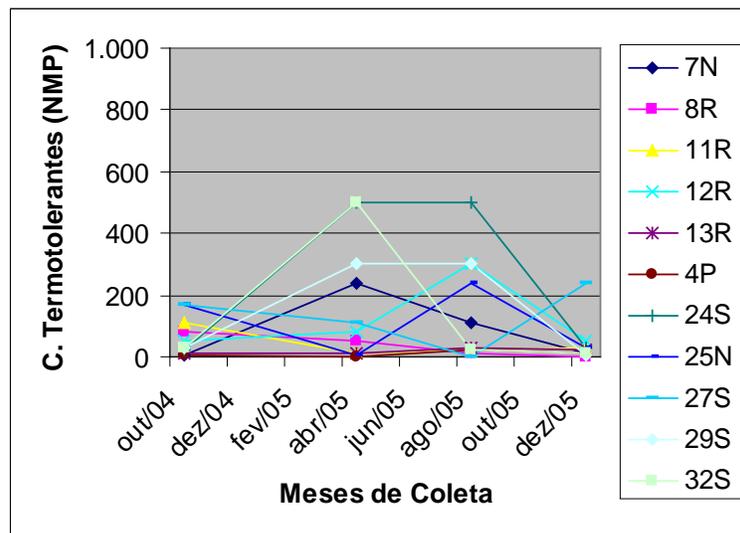
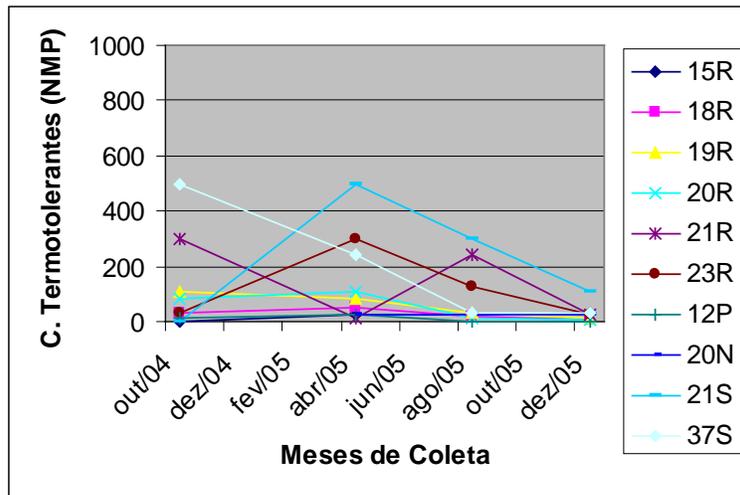


Figura 3A, 3B e 3C, respectivamente: Coliformes termotolerantes (NMP) nas microbasias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

As Figuras 4A, 4B e 4C mostram que os teores de Oxigênio Dissolvido (OD) oscilaram bastante de um ponto para outro, de uma microbasia para outra e de acordo com a sazonalidade. Vale destacar que Prosperidade foi exceção, mantendo o teor de OD praticamente constante ao longo do ano e acima de 5 mg/L, limite estabelecido pelo CONAMA 357 como sendo indicativo de uma boa qualidade da água para as classes 1 e 2. Observou-se uma pequena redução no período

seco, quando a água fica mais parada, pela redução das chuvas. O fato dos pontos de coleta de água superficial apresentarem maiores teores já era de se esperar, uma vez que esta água está em contato maior com o oxigênio do ar e também pelo fato da água superficial ser corrente, passando por cachoeiras e quedas que facilitam a renovação do oxigênio da água. Geralmente teores baixos de O₂ em águas superficiais indicam processos de eutrofização como já mencionado, ao passo que teores reduzidos de O₂ em águas subterrâneas são esperados.

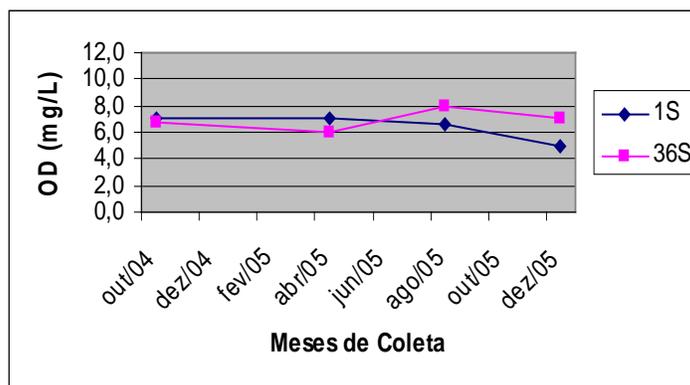
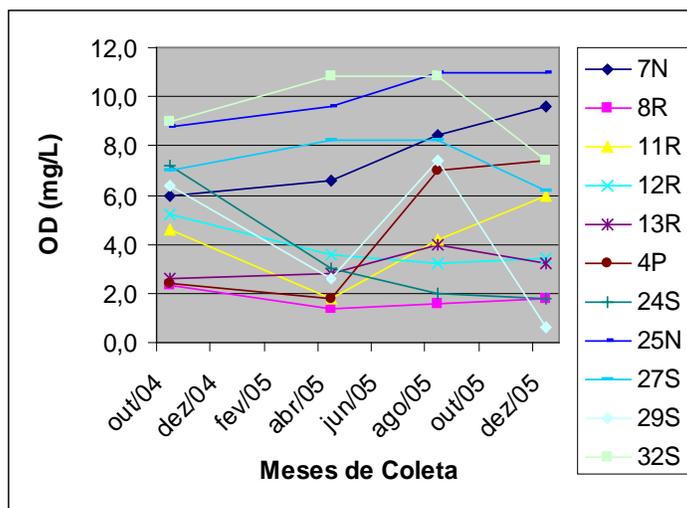
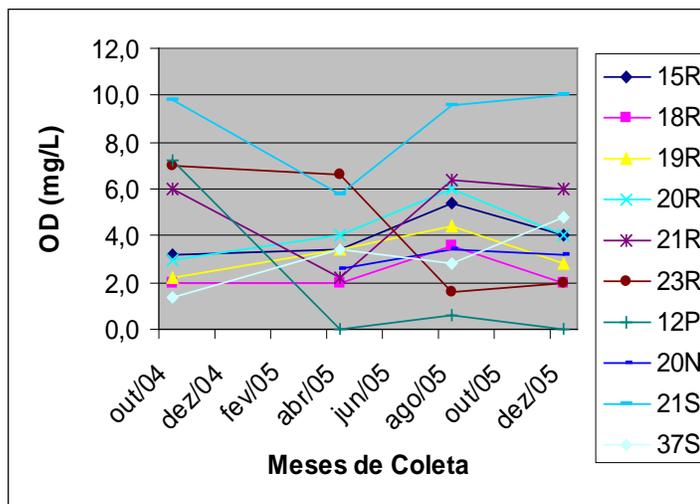


Figura 4A, 4B e 4C, respectivamente: Oxigênio Dissolvido (mg/L) nas microbasias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

Em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), os resultados encontram-se nas Figuras 5A, 5B e 5C. Percebe-se uma tendência ao aumento dos teores no período chuvoso (principalmente no ano de 2005), chegando a atingir quase 20 mg/L à redução no período seco, principalmente para os pontos de amostragem de água superficial. Isto pode ter ocorrido pela entrada de grande quantidade de nutrientes nos corpos d'água trazidos pelo escoamento superficial durante as chuvas, ocasionando um aumento na demanda de OD para a decomposição e estabilização da matéria orgânica.

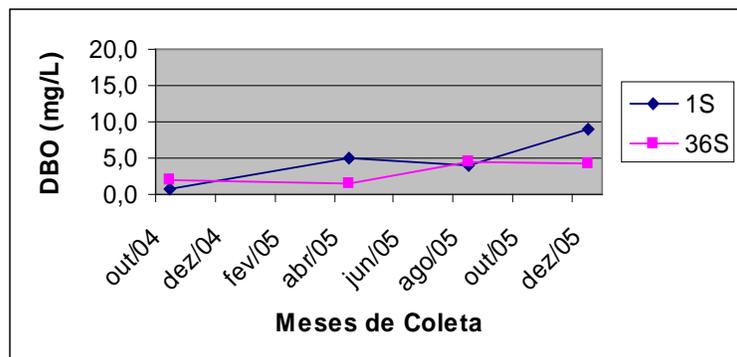
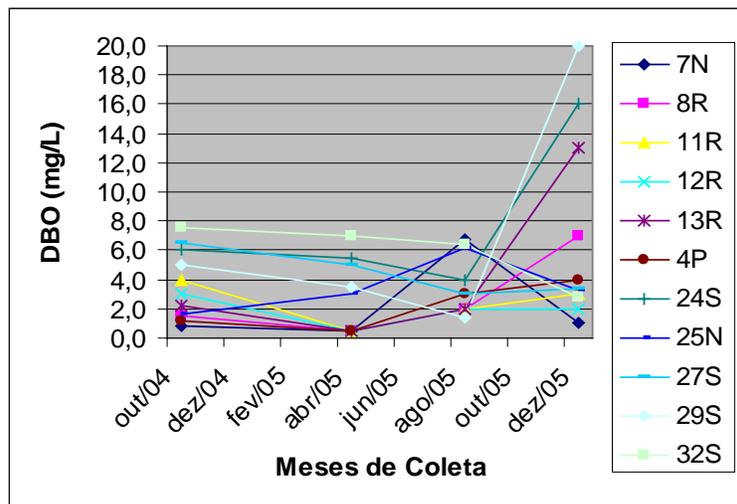
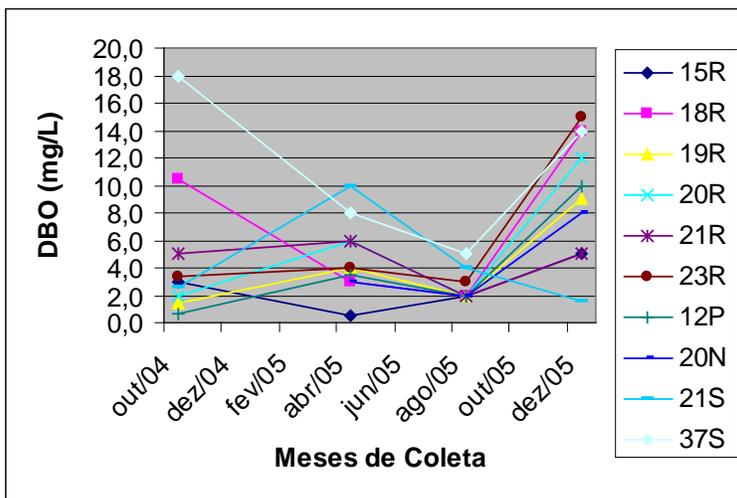


Figura 5A, 5B e 5C, respectivamente: Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) nas microbacias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

Quanto à Demanda Química de Oxigênio (DQO), que é um indicativo da presença de esgotos, observou-se teores mais elevados nas águas superficiais e cujos pontos estão posicionados no exutório das microbacias (36S, 37S e 24S), onde a concentração de matéria orgânica é maior. No caso da microbacia de Prosperidade os teores não excederam os 20 mg/L, mas no caso da microbacia de Santa Maria/Cambiocó, que possui o maior contingente populacional rural do município e, portanto, produz e lança nos corpos hídricos uma carga maior de esgotos, chegaram a atingir quase 70 mg/L (Figura 6A, 6B e 6C).

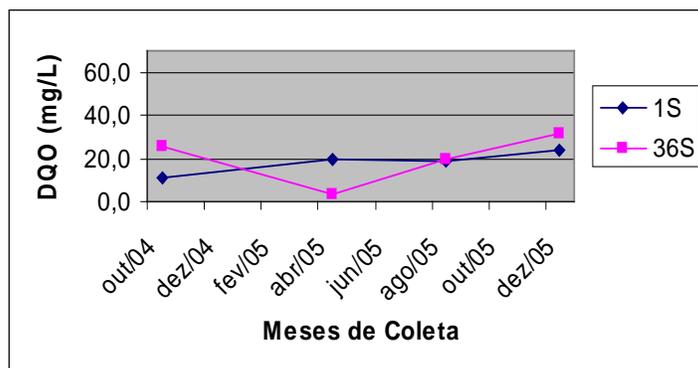
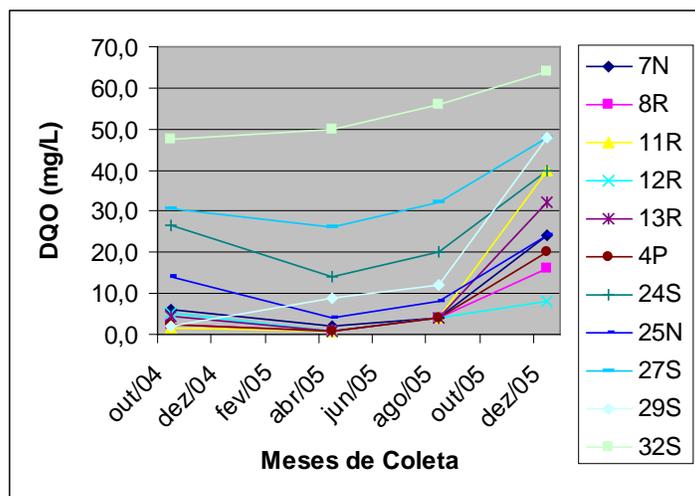
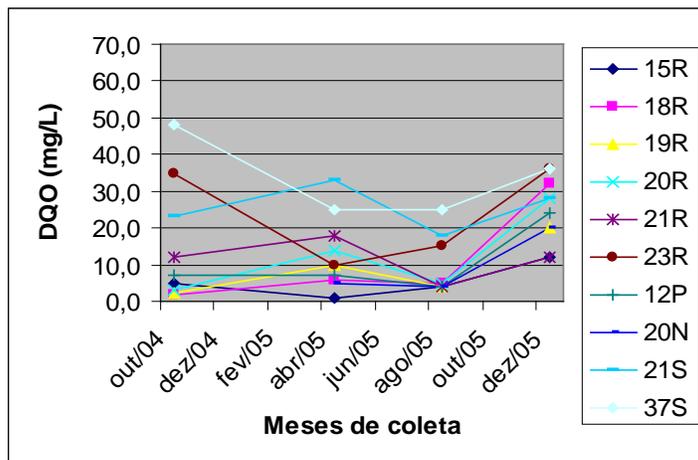


Figura 6A, 6B e 6C, respectivamente: Demanda Química de Oxigênio (mg/L) nas microbacias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

6.2 – Comparação dos resultados com os limites estabelecidos na legislação

Os resultados dos parâmetros de qualidade da água de nascente, poços rasos e profundos foram analisados em relação à potabilidade (Coliformes totais e termotolerantes), tomando-se como referência os padrões estabelecidos pela portaria 518. Os resultados dos parâmetros de qualidade da água superficial foram analisados em relação ao processo de eutrofização (OD e DBO), sendo confrontados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, classe 1.

Em relação ao NMP de coliformes totais e termotolerantes, quando comparados com os limites estabelecidos pela Portaria 518 (ausência em 100 mL), quase todos os pontos apresentaram coliformes, tanto na microbacia de Barro Branco como em Santa Maria/Cambiocó, variando de 13 a 5000 para os coliformes totais e de 8 a 300 para os coliformes termotolerantes, sendo que os valores mais elevados foram no período seco. Isto significa que a água destinada a dessentação humana precisa passar por um tratamento adequado para que fique realmente potável. A contaminação dos poços por coliformes ocorre provavelmente pela sua impermeabilização ineficiente. Já para nos pontos de água superficial os valores de coliformes termotolerantes apresentaram valores mais elevados no período seco em todas as microbacias, comparados ao limite estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, classe 1, que é de 200 NMP/100mL de água. Os valores encontrados podem ser explicados pela presença de esgotos domésticos, mas também pela dessentação de gado que deixa fezes na água.

Quanto ao processo de eutrofização os valores obtidos dos parâmetros OD e DBO para águas superficiais foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, classe 1. No caso do OD o ponto 31S localizado na microbacia de Barro Branco apresentou valores acima do estabelecido pela legislação em todos os meses analisados. Na microbacia de Santa Maria/Cambiocó os pontos 24S e 29S foram os que apresentaram maior inconformidade. Estes são pontos localizados no exutório da microbacia onde o acúmulo de nutrientes é maior, principalmente fósforo e nitrogênio, favorecendo o processo de eutrofização. Na microbacia de Prosperidade não se observou problemas quanto ao OD, por ser uma microbacia pouco habitada onde as fontes de esgoto são reduzidas e a cobertura vegetal mais intensa.

Quanto à DBO, tanto na microbacia de Barro Branco como na microbacia de Santa Maria/Cambiocó a menor DBO ocorreu no período de chuva, quando os nutrientes são transportados até os cursos d'água facilitando o processo de eutrofização.

Na microbacia de Prosperidade a DBO apresentou-se inconforme para ambos os pontos analisados em outubro de 2004.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Outubro de 2004.

	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		OUTUBRO 2004								OUTUBRO 2004	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	30	500	900	900	5000	500	80	-	23	5000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	0	30	110	80	300	30	13	200/100mL	0	500
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	9,8	1,4
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	2,6	18
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	48

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Abril de 2005.

	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos								Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		ABRIL 2005									ABRIL 2005	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P	20N		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	300	300	500	900	240	3000	80	240	-	3000	1600
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	23	50	80	110	13	300	23	23	200/100mL	500	240
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	5,8	3,4
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	10	8
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	25

Legenda:



Dentro dos limites estabelecidos



Fora dos limites estabelecidos

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Agosto de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos								Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		AGOSTO 2005									AGOSTO 2005	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P	20N		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	23	17	30	13	240	130	0	23	-	300	30
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	23	17	30	13	240	130	0	23	200/100mL	300	30
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	9,6	2,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	4	5
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	25

Tabela 5 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Dezembro de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos								Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		DEZEMBRO 2005									DEZEMBRO 2005	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P	20N		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	240	80	130	130	240	130	80	240	-	500	300
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	30	8	13	8	23	23	0	23	200/100mL	110	30
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	10	4,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	1,6	14
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	36

Legenda:



Dentro dos limites estabelecido



Fora dos limites estabelecidos

Tabela 6 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Outubro de 2004.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		OUTUBRO 2004								OUTUBRO 2004			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	50	900	1600	500	240	80	1600	-	300	1600	300	30
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	4	80	110	50	13	8	170	200/100mL	23	170	30	30
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	7,2	7	6,4	9
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	6	6,5	5	7,6
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,5	30,5	2,1	47,52

Tabela 7 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Abril de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		ABRIL 2005								ABRIL 2005			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	1600	500	240	900	30	23	80	-	3000	900	3000	3000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	240	50	13	80	13	0	8	200/100mL	500	110	300	500
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	3	8,2	2,6	10,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	5,5	5	3,5	7
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	26	9	50

Legenda:



Dentro dos limites estabelecidos



Fora dos limites estabelecidos

Tabela 8 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Agosto de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		OUTUBRO 2004								OUTUBRO 2004			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	500	80	240	900	300	240	900	-	3000	13	1600	240
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	110	13	23	300	30	23	240	200/100mL	500	0	300	23
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	2	8,2	7,4	10,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	4	3	1,4	6,4
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	32	12	56

Tabela 9 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Dezembro de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		DEZEMBRO 2005								DEZEMBRO 2005			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	130	80	300	170	240	110	240	-	240	130	110	80
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	13	0	30	50	23	13	30	200/100mL	30	240	8	13
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	1,8	6,2	0,6	7,4
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	16	3,4	20	2,8
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	48	48	64

Legenda:



Dentro dos limites estabelecidos



Fora dos limites estabelecidos

Tabela 10 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Prosperidade em relação aos limites da legislação – Outubro de 2004, Abril, Agosto e Dezembro de 2005.

Parâmetros	Limites CONAMA 357/classe1	Pontos de Águas Superficiais							
		Outubro de 2004		Abril de 2005		Agosto de 2005		Dezembro de 2005	
		1S	36S	1S	36S	1S	36S	1S	36S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	-	240	300	900	5000	1600	3000	80	3000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	200/100mL	23	13	80	500	300	500	13	900
OD (mg/L)	<6 mg/L	7,0	6,8	7	6	6,6	8	5	7
DBO (mg/L)	<3 mg/L	0,8	2,0	5	1,5	4	4,5	9	4,2
DQO (mg/L)	-	10,8	26	20	3	19	20	24	32

Legenda:

	Dentro dos limites estabelecidos
	Fora dos limites estabelecidos

7.0 – CONCLUSÕES

Em relação à sazonalidade foi possível verificar que os coliformes (tanto totais como termotolerantes) estão presentes em maior NMP no período seco, quando a água encontra-se mais parada. Por outro lado, os parâmetros relacionados ao processo de eutrofização (OD, DBO e DQO) apresentaram teores mais elevados no período chuvoso, quando a entrada de nutrientes nos corpos d'água pelo escoamento é maior. Não somente as águas superficiais apresentaram inconformidades quanto à legislação, mas também as águas subterrâneas, principalmente quando à potabilidade.

Verificou-se que a microbacia de Prosperidade apresentou teores menos elevados nos parâmetros microbiológicos analisados, por estar localizada em área de nascente onde a ocupação urbana é menor, havendo menos lançamento de esgotos de origem doméstica e maior cobertura vegetal. Contudo, foram identificados na BHRSD indicativos de degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Os resultados mostram que é preciso um tratamento adequado da água para abastecimento doméstico, principalmente quanto à potabilidade, para assegurar uma boa saúde da população nas comunidades rurais do município. Medidas para melhorar o sistema de saneamento básico nas comunidades rurais, bem como a melhorar permeabilização dos poços rasos e profundos, além do tratamento prévio dos esgotos domésticos também contribuirão neste sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. American Public Health Association, (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19ed. Washington: Ed. Byrd. Repress Springfields, 1.134p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Preservação e técnicas da amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores- procedimento*. NBR 9898. Rio de Janeiro. 1987. 34 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº518*. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2004.
- BRASIL. Ministério da Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº357*. Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, 2005.
- COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2007). *Companhia das Águas*. Disponível em <http://www.cogerh.com.br/1k>. Acesso em 18 de julho de 2007.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. (1988). Interciencia/Finep, Rio de Janeiro, 575p.
- FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. *Manual do meio ambiente: Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP – Manual de Procedimentos, normas, legislação*. Rio de Janeiro: Esplanada, 1979. 305 p.
- MENEZES, J. M.; PRADO, R.B.; SILVA JUNIOR, G. C. DA, FERNANDES, N. F.; LIMA, L. A. DE.; MANSUR, K. L.; MARTINS, A. M.; PIMENTA, T. S.; FREITAS, P. L. DE. *Avaliação Da Qualidade Da Água Superficial E Subterrânea Para Irrigação Na Bacia Hidrográfica Do Rio São Domingos – RJ*. Anais do XIV Congresso de Irrigação e Drenagem. Teresina, 2005. pp.
- NASCIMENTO, L.V., VON SPERLING, M. (1998). *Comparação entre padrões de qualidade das águas e critérios para proteção da vida aquática e da saúde humana e animal*. Anais, XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, AIDIS, Lima, Nov. 1998, pp. 1-6.
- PRADO, R. B. *Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal de fatores fisiológicos, uso da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos*. 172 p. Tese (Doutorado). Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.
- PRADO, R. B; CAPECHE, C. L; PIMENTA, T. S. *Capacitação para o programa de Educação Ambiental: Monitoramento da qualidade da água utilizando Kits, na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 34p. (Embrapa Solos. Documentos, 74).
- REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. (2002). *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. 2ª ed. São Paulo, Escrituras Editoras, 703p.
- VON SPERLING, M. (1996). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2.ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, v.1, 243 p.