



RAIMUNDO ALVES MARINHO

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RIO
MOJI-GUAÇU, À MONTANTE E JUSANTE DO MUNICÍPIO DE
INCONFIDENTES/MG**

INCONFIDENTES-MG

2013

RAIMUNDO ALVES MARINHO

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RIO
MOJI-GUAÇU, À MONTANTE E JUSANTE DO MUNICÍPIO DE
INCONFIDENTES/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, como pré-requisito de conclusão do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino

**INCONFIDENTES-MG
2013**

RAIMUNDO ALVES MARINHO

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RIO
MOJI-GUAÇU, À MONTANTE E JUSANTE DO MUNICÍPIO DE
INCONFIDENTES/MG**

Data de aprovação:

**Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidente**

**Co-orientador: Sr. Eduardo de Oliveira Rodrigues
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

**Membro: Prof. Me. Selma Gouvêa de Barros
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

RESUMO

A água é um recurso natural, de valor incalculável, porém é mais que um insumo indispensável à produção agrícola, é um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico de um país, vital para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas, além de ser uma referência cultural e um bem social fundamental a adequada qualidade de vida da população. Neste contexto, passamos a nos preocupar com a qualidade deste recurso, porém, percebemos como a população não se atenta para a sua preservação, podendo vir a gerar sérios problemas no futuro. Os rios são de fundamental importância, pois está diretamente ligada com as diversas atividades ligadas a economia, uma vez que o desenvolvimento socioeconômico depende dos rios e de seus tributários. As cidades, a agricultura, a mineração e as indústrias são as principais fontes de contaminação. Este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos como: pH, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos, Condutividade Elétrica, Cor, Dureza e Alcalinidade em dois pontos distintos do Rio Moji-Guaçu, ou seja, a montante e jusante da cidade de Inconfidentes-MG. As análises foram realizadas no Laboratório de Água do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sul de Minas, câmpus Inconfidentes. Foram realizadas coletas de amostras para as análises em duas estações do ano, sendo uma no período da chuva e a outra no período da seca. O primeiro ponto foi a montante do município de Inconfidentes, antes de entrar no perímetro urbano e o segundo ponto a jusante do município de Inconfidentes, após sua passagem pelo perímetro urbano. De maneira geral, a água do Rio Moji-Guaçu atende a legislação, porém pode-se observar que o município de Inconfidentes contribui para o aumento nos valores de alguns parâmetros, como turbidez, pH e principalmente no parâmetro cor. Essa contribuição se deve pelo fato do município de Inconfidentes não ter uma estação de tratamento de esgoto, jogando o mesmo in natura diretamente no rio, fato que se agrava no período de baixa vazão do rio no período de seca.

Palavras-chave: Água, análise física, análise química, rio Moji-Guaçu

ABSTRACT

Water is a natural resource of incalculable value, but it is more than an essential input for agricultural production is a strategic resource for economic development of a country vital to the maintenance of biological, geological and chemical that keeps in balance ecosystems, in addition to being a cultural reference and a social critical adequate quality of life. In this context, we began to worry about the quality of this resource, however, we see how the people are not attentive to their preservation and could cause serious problems in the future. The rivers are of fundamental importance because it is directly linked with the various activities related to the economy, since it depends on the socioeconomic development of the rivers and their tributaries. The cities, agriculture, and mining industries are the main sources of contamination. This study aimed to evaluate the physico-chemical parameters such as pH, Turbidity, Total Dissolved Solids, Electrical Conductivity, Color, hardness and alkalinity at two different points of Rio Moji-Guaçu, ie, upstream and downstream of the city of Inconfidentes-MG. The analyzes were performed at the Laboratory for Water of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Câmpus Inconfidentes. Samples were collected for analysis in two seasons, one during the rainy season and the other during the dry season. The first point was the amount the municipality of Inconfidentes, before entering the urban area and the second point downstream of the city of Inconfidentes, after its passage through the urban area. In general, water from the Rio Moji-Guaçu meets the legislation, but it can be observed that the municipality of Inconfidentes contributes to the increase in the values of some parameters such as turbidity, pH and especially the color parameter. This contribution is due to the fact that the municipality Inconfidentes not have a sewage treatment plant, throwing it directly into the river in nature, a fact which is exacerbated in periods of low river flow in the dry season.

Keywords: Water, physical analysis, chemical analysis, river Moji Guaçu

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. BACIA DO RIO MOJI-GUAÇU.....	3
2.2. AÇÕES ANTRÓPICAS NO RIO MOJI-GUAÇU.....	4
2.3. DISTRIBUIÇÕES E O CONSUMO DE ÁGUA DOCE NO MUNDO E NO BRASIL.....	5
2.4. ÁGUAS NO BRASIL.....	6
2.5. QUALIDADE DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO.....	7
2.6. PARÂMETROS FÍSICOS.....	9
2.6.1 TURBIDEZ.....	9
2.6.2 COR.....	10
2.6.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	11
2.7. PARÂMETROS QUÍMICOS.....	12
2.7.1 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH).....	12
2.7.2 SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS.....	13
2.7.3 DUREZA.....	13
2.7.4 ALCALINIDADE.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	15
3.2. Coleta das amostras.....	16
3.3 Parâmetros avaliados.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
5. CONCLUSÕES.....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
ANEXOS.....	31

1. INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo cerca de 70 % da superfície do planeta. Porém, somente uma pequena parte esta disponível para a utilização nas atividades humanas. Os oceanos e mares constituem 97,2 % da água existente na Terra, apenas 0,6 % representa água doce explorável sob o ponto de vista tecnológico e econômico. Dessa quantidade apenas 1,2 % se apresentam sob a forma de rios e lagos, sendo o restante constituído de água subterrânea, da qual somente a metade é utilizável.

A água é um recurso natural de valor inestimável. Mais que um insumo indispensável à produção e um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico; ela é vital para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas. É, ainda, uma referência cultural e um bem social indispensável à adequada qualidade de vida da população.

A conservação da quantidade e da qualidade da água depende das condições naturais e antrópicas das bacias hidrográficas, onde ela se origina, circula, percola ou fica estocada, fora de lagos naturais ou reservatórios artificiais. É de grande valia no que diz respeito sobre manutenção da vida, higiene, saúde, bem estar, recreação, alimentação, economia dentre outros. Porém, chega a ser preocupante as ações antropogênicas para com os corpos hídricos. Se pararmos para pensar um pouco, a água é o bem mais valioso que a terra oferece a todos os seres vivos, desde a plantinha pequenina até os maiores animais do planeta.

Existem dois grandes tipos de análises: microbiológicas e/ou físico-químicas. O primeiro grupo é o principal indicador da potabilidade da água. O segundo apresenta as características físicas ou químicas da água. Alguns dos aspectos analisados podem tornar a água imprópria para consumo. Se houver contaminação por bactérias, as análises físico-químicas são interrompidas até que este problema seja resolvido, para depois ser recolhida nova amostra. Os laboratórios podem, contudo, indicar apenas análises específicas, para despistar problemas cujas causas sejam provavelmente conhecidas. Portanto, o conhecimento

da qualidade da água por meio de seus parâmetros físico-químicos e biológicos é imprescindível na tomada de decisão do uso dos corpos d'água.

Este trabalho teve com objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos da água em dois pontos distintos (montante e jusante) referente a cidade de Inconfidentes/MG.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. BACIA DO RIO MOJI-GUAÇU

A bacia do rio Moji-Guaçu possui uma área com cerca de 17.460 km², e possui suas nascentes no estado de Minas Gerais, na divisa entre os municípios de Bom Repouso e Cambuí, a 1.650 metros de altitude. O rio Moji-Guaçu percorre 95,5 km no estado de Minas Gerais, e no estado de São Paulo percorre mais 377,5 km, alcançando um total de 473 km de extensão (Meletti, Rocha & Martinez, 2003), sua foz é no Rio Pardo, com altitude de 490 metros, local conhecido com bico do pontal, no município de Pontal.

Ao longo de seu trajeto, o Rio Moji-Guaçu recebe vários afluentes, como: Ribeirão dos Araújo e Rio Espreado, nas regiões de Bom Repouso e Inconfidentes, no estado de Minas Gerais, já no estado de São Paulo, os principais afluentes são: Jaguari-mirim, Itupeva, Bonito, Ribeirão das Onças, Eleutério, Cachoeirinha, rio do Peixe, Araras, do Pântano, do Quilombo, Anhumas, Capetinga entre outros (Meletti, Rocha & Martinez, 2003).

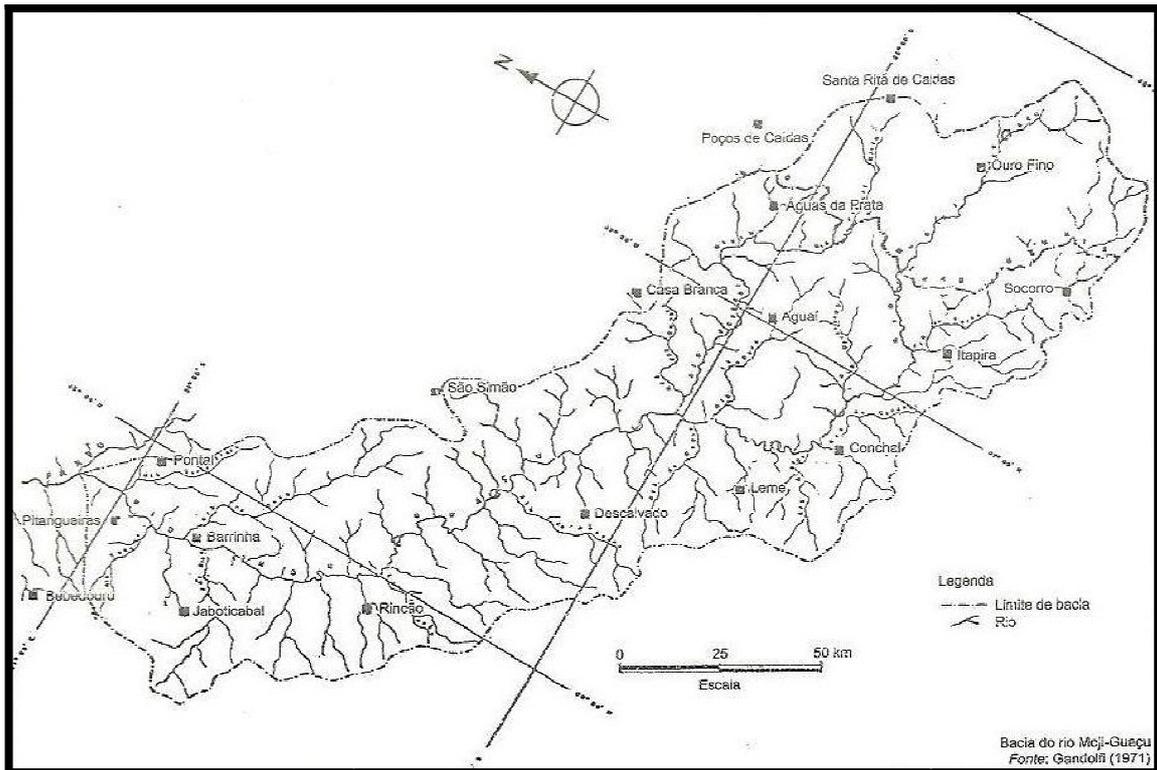


Figura 1. Bacia do rio Moji-Guaçu (adaptado de Brigante et al., 2002)

2.2. AÇÕES ANTRÓPICAS NO RIO MOJI-GUAÇU

As pessoas, nas cidades, geram esgotos domésticos contendo muitas substâncias, sendo algumas perigosas, que são lançadas diretamente nos rios, provocando aumento na quantidade natural dos nutrientes, contaminando as águas com substâncias tóxicas e prejudicando tanto os organismos que vivem, assim como o ser humano (Brigante et al., 2002).

O excesso de asfalto das cidades contribui para o aumento do escoamento superficial em função de dias chuvosos, escoamento esse que se dirige para os rios. Essas águas contêm substâncias químicas que se depositam no pavimento, como gases de escapamento e fluidos de freio de carros, lixo sólido jogado em valas e áreas públicas, entre outras.

As indústrias que se instalam próximas e nas áreas urbanas geram resíduos líquidos que, muitas vezes, são jogados os esgotos domésticos. Entretanto, são os resíduos

líquidos gerados pelas indústrias que contêm maior quantidade de metais pesados e compostos sintéticos tóxicos. A agricultura convencional utiliza grande quantidade de fertilizantes, corretivos do solo e pesticidas para a produção. Esses compostos contaminam o solo por meio da água das chuvas que, ao mesmo tempo, lavam e se infiltram no solo, contaminando os reservatórios de águas subterrâneas, assim como os rios.

A mineração de bauxita na Serra da Mantiqueira, onde nasce o rio Moji-Guaçu e onde estão localizadas centenas de outras nascentes, muito próximas uma das outras, provoca o desaparecimento das mesmas pela destruição da paisagem e pelo abaixamento do lençol freático (Brigante et al., 2002). De acordo com o mesmo autor, a mineração em leito de rio para a retirada de areia, saibro, cascalho e argila, utilizando dragagem, escavação e explosivos, provoca aumento de turbidez na água e poluição por óleos e graxas, levando a alterações na fauna e na flora aquáticas, desbarrancamento das margens, mudança de drenagem natural do rio, redução de sua profundidade pela entrada de terra e desvios de cursos d'água.

A grande maioria das indústrias instaladas na bacia do rio Moji-Guaçu não trata seu resíduo ou efluente, despejando-os nos rios, esse efluente muitas vezes, é fonte de metais pesados como cobre, chumbo, mercúrio, cromo, cádmio, zinco, entre outros, que, em elevadas concentrações, são nocivos à fauna, à flora e ao homem. (Brigante et al., 2002) .

2.3. DISTRIBUIÇÕES E O CONSUMO DE ÁGUA DOCE NO MUNDO E NO BRASIL

O volume total de água na Terra não aumenta nem diminui, é sempre o mesmo. A água ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. Mas, 97,5% da água do planeta é salgada. Da parcela de água doce, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos. A água doce não está distribuída uniformemente pelo globo. Sua distribuição depende essencialmente dos ecossistemas que compõem o território de cada país. Segundo o Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), na América do Sul encontra-se 26% do total de água doce disponível no

planeta e apenas 6% da população mundial, enquanto o continente asiático possui 36% do total de água e abriga 60% da população mundial.

O consumo diário de água é muito variável ao redor do globo. Além da disponibilidade do local, o consumo médio de água está fortemente relacionado com o nível de desenvolvimento do país e com o nível de renda das pessoas. Uma pessoa necessita de, pelo menos, 40 litros de água por dia para beber, tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos, cozinhar etc. Dados da ONU, porém, apontam que um europeu, que tem em seu território 8% da água doce no mundo, consome em média 150 litros de água por dia. Já um indiano, consome 25 litros por dia. Segundo estimativas da Unesco, se continuarmos com o ritmo atual de crescimento demográfico e não estabelecermos um consumo sustentável da água, em 2025 o consumo humano pode chegar a 90%, restando apenas 10% para os outros seres vivos do planeta.

2.4. ÁGUAS NO BRASIL

Com uma área¹ de aproximadamente 8.514.876 km² e de 190.732.694 habitantes², o Brasil é hoje o quinto país do mundo, tanto em extensão territorial como em população. Em função de suas dimensões continentais, o Brasil apresenta grandes contrastes relacionados não somente ao clima, vegetação original e topografia, mas também à distribuição da população e ao desenvolvimento econômico e social, entre outros fatores.

De maneira geral, o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois abriga 12% da água doce do mundo. Porém, a disponibilidade desses recursos não é uniforme. Dados mostram que 73 % da água doce disponível no país encontram-se na bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população. Apenas 27 % dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país (Lima, Ferreira & Christofidis, 1999). Não só a disponibilidade de água não é uniforme, mas a oferta de água tratada reflete os contrastes no desenvolvimento dos Estados

¹ Anuário Estatístico (2000)

² Censo Demográfico (2010)

brasileiros. Enquanto na região Sudeste 87,5% dos domicílios são atendidos por rede de distribuição de água, no Nordeste a porcentagem é de apenas 58,7%.

O Brasil registra também elevado desperdício: de 20% a 60% da água tratada para consumo se perde na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes de abastecimento. Além dessas perdas de água no caminho entre as estações de tratamento e o consumidor, o desperdício também é grande nas nossas residências, envolvendo, por exemplo, o tempo necessário para tomarmos banho, a própria forma como tomamos banho, a utilização de descargas no vaso sanitário que consomem muita água, a lavagem da louça com água corrente, no uso da mangueira como vassoura na limpeza de calçadas, na lavagem de carros dentre outras atividades.

2.5. QUALIDADE DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO

Conceitualmente, a água é uma necessidade vital para qualquer ser vivo e é utilizada para inúmeras finalidades. A água bruta apresenta várias impurezas, sendo várias delas inócuas e outras tais como substâncias tóxicas, bactérias e vírus que trazem prejuízos econômicos e para a saúde humana. Assim, em função do uso a que se destina deve apresentar determinadas características. A água utilizada para beber denomina-se água potável. A potabilidade de uma água é definida por meio de um conjunto de parâmetros e padrões estabelecidos por normas e legislações sanitárias. Estabelecer um padrão de potabilidade é definir, para cada parâmetro, um valor ou concentração a partir do qual seu consumo pode induzir a riscos à saúde. Um padrão serve como base ou norma para avaliação de qualidade ou quantidade. O padrão é um conjunto de valores máximos permissíveis das características físicas, químicas e microbiológicas das águas ao consumo humano (Macêdo, 2007, 2000).

Na bacia do Rio Moji-Guaçu há o predomínio de atividades agrícolas, onde são cultivados milho, feijão, batata, morango, algodão, citros, café e cana. Também é relevante as atividades pecuárias e granjeira. As atividades industriais ficam por conta de abatedouros, laticínios, indústrias de papel e celulose, metalúrgicas, usinas de álcool e açúcar, destilarias, alambiques, curtumes, cerâmicas e mineradoras. Nesta bacia, há 47 municípios, sendo que 38

estão no estado de São Paulo, com uma população de 41.252.160 habitantes. Vale ressaltar que a maioria destes municípios despejam seus efluentes de maneira *in natura* no rio, assim se tornando um grande problema e causando poluição e contaminação na bacia.

As análises físicas da água medem e indicam características perceptíveis pelos sentidos. Geralmente, são características de ordem visual, mais que podem ser prejudiciais a diversos usos domésticos como para a preparação de alimentos. As características de ordem física incluem a cor, turbidez, odor e sabor. Os aspectos químicos da água são resultantes da presença de substâncias dissolvidas, em geral avaliáveis somente por meios analíticos, como a dureza, acidez, pH, alcalinidade, cloretos, cloro residual, entre outros (AWWA, 1964).

Em relação à qualidade microbiológica, a água pode atuar como veículo de microrganismos patogênicos e deterioradores, constituindo um risco à saúde do consumidor (AWWA, 1964). De acordo com a Organização Panamericana de Saúde – OPS, 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 (Heller, 1997). Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos.

Dados da Organização das Nações Unidas – ONU revelam que cerca de 250 milhões de pessoas, em 26 países, têm grande dificuldade para obter água. Todas estão entre os 2 bilhões de seres humanos que não dispõem de água potável, ou seja, água tratada, saudável, segura para consumo. As projeções da ONU indicam que, se a tendência continuar, em 2050, mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa para suas necessidades básicas. Essa situação gera ou agrava a fome e torna altos os índices de mortalidade, principalmente infantil. A falta de água e de saneamento básico mata 6 mil crianças por dia (MMA, 2012).

Desta forma, a oferta de água em quantidade e qualidade adequadas é fator imprescindível para a prevenção de riscos à saúde e melhoria da qualidade de vida da população. Por este motivo, o setor de saúde assumiu, historicamente, um papel ativo na vigilância da qualidade da água para consumo humano. A disponibilidade de água de qualidade é uma condição indispensável para a própria vida e mais que qual quer outro fator,

a qualidade da água condiciona a qualidade de vida (Brasil, 2005).

A maioria dos agentes químicos, principalmente os perigosos, é acumulativa no meio aquático, portanto, a biota aquática pode estar sujeita aos efeitos dessas substâncias por prolongados períodos de tempo (FATMA, 1999).

Segundo a Resolução CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) rios superficiais são classificados em:

- Classe 1: águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;
- Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);
- Classe 3: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional ou avançado, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais;
- Classe 4: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

2.6. PARÂMETROS FÍSICOS

2.6.1. Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte e argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral etc. A

erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exige manobras operacionais, tais como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas Estações de Tratamento de Águas. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

De acordo com a Portaria nº 518/2004 (Brasil, 2005) – a turbidez é recomendável até 2 e tolerável até 5 NTU para consumo humano.

A Resolução CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) estabelece valores de turbidez em rios superficiais em :

1. Classe 1: até 40 NTU
2. Classe 2 : até 100 NTU

2.6.2. Cor

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico (ácidos húmico e fúlvico) e inorgânico. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por

exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos etc), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.). Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor, mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz.

Segundo a Portaria nº 518/2004 (Brasil, 2005) – a cor é recomendável até 10 mg L⁻¹ de Pt/Co tolerável até 20 mg L⁻¹ de Pt/Co em águas para consumo humano.

A Resolução CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) estabelece valores de Cor para rios superficiais em:

1. Classe 1: sem cor aparente;
2. Classe 2: até 75 mg L⁻¹ de Pt/Co.

2.6.3. Condutividade elétrica

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 µS cm⁻¹ indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados.

2.7. PARÂMETROS QUÍMICOS

2.7.1 Potencial hidrogeniônico - pH

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também, o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal, quanto pela legislação do Estado de São Paulo.

Nos sistemas biológicos formados nos tratamentos de esgotos, o pH é também uma condição que influi decisivamente no processo de tratamento. Normalmente, a condição de pH que corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e a um tratamento mais estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios.

Nos reatores anaeróbios, a acidificação do meio é acusada pelo decréscimo do pH do lodo, indicando situação de desequilíbrio. A produção de ácidos orgânicos voláteis pelas bactérias acidificadoras e a não utilização destes últimos pelas metanobactérias, é uma situação de desequilíbrio que pode ser devido a diversas causas. O decréscimo no valor do pH, que a princípio funciona como indicador do desequilíbrio passa a ser causa se não for corrigido a tempo.

É possível que alguns efluentes industriais possam ser tratados biologicamente em seus valores naturais de pH, por exemplo, em torno de 5,0. Nesta condição, o meio talvez não permita uma grande diversificação hidrobiológica, mas pode acontecer de os grupos mais resistentes, algumas bactérias e fungos, principalmente, tornem possível a manutenção de um tratamento eficiente e estável. Mas, em geral, procede-se à neutralização prévia do pH dos

efluentes industriais antes de serem submetidos ao tratamento biológico. Segundo a Portaria nº 518/2004 (Brasil, 2005) – estabelece o pH entre a faixa de 5 e 9.

A Resolução CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) estabelece valores de pH para rios superficiais entre a faixa de 6 a 9.

2.7.2. SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

É o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares, ionizadas ou micro-granulares. É um parâmetro de determinação da qualidade da água, pois avalia o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. A principal influência é na diminuição da transparência da água, impedindo assim a penetração da luz, nesse sentido Hespanhol (2003) citado por Albuquerque (2010) salienta que a concentração máxima de sólidos totais em suspensão não deverá exceder 5mg L^{-1} .

A Resolução CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) estabelece valores de Sólidos Totais Dissolvidos em até 500 mg L^{-1} para rios de classe 2.

2.7.3. DUREZA

Dureza de uma água é a medida da sua capacidade de precipitar sabão, isto é, nas águas que a possuem os sabões transforma-se em complexos insolúveis, não formando espuma até que o processo se esgote. É causada pela presença de cálcio e magnésio, principalmente, além de outros cátions como ferro, manganês, estrôncio, zinco, alumínio, hidrogênio etc, associados a ânions carbonato (mais propriamente bicarbonato, que é mais solúvel) e sulfato, principalmente, além de outros ânions como nitrato, silicato e cloreto.

Segundo a Portaria nº 518/2004 (Brasil, 2005) – a dureza total deve ser até 300 mg L^{-1} de CaCO_3 .

2.7.4. ALCALINIDADE

Entre as impurezas encontradas nas águas, existem aquelas que são capazes de reagir com ácidos, podendo neutralizar certa quantidade desses reagentes. Essas impurezas conferem às águas a característica de alcalinidade. Por definição, alcalinidade de uma água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH.

A Portaria nº 518/2004 (Brasil, 2005) – a alcalinidade pode ser até 120 mg L⁻¹ de CaCO₃.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O presente trabalho foi realizado no Rio Moji-Guaçu, no município de Inconfidentes. A cidade situa-se na zona sul do estado de Minas Gerais entre as microrregiões do planalto mineiro. A altitude média local é de 869 m, com posição geográfica de 22° 19' 00' S de latitude e 46° 19' 40' W de longitude do Meridiano de Greenwich, ocupa uma área de 145 km² e uma população de 7.253 habitantes.

O Município conta com grande número de nascentes, pertencentes à drenagem principal representadas pelo Rio Moji-Guaçu. Os afluentes mais importantes do Rio Moji-Guaçu são: pela margem direita, o Ribeirão Santa Isabel e o córrego da Onça, pela margem esquerda, o Rio Espraiado, Córrego do Pessegueiro e o córrego Grande.

Outros cursos de águas importantes e afluentes indiretos do Rio Moji-Guaçu são: o Córrego da Grama e o Ribeirão dos Leites (Brigante et al., 2002).

O clima da região é classificado, segundo Köppen de Cwb, ou seja, um clima mesotérmico caracterizado por verões brandos e úmidos. No inverno seco, a temperatura do mês mais quente não atinge 22°. O índice pluviométrico desse tipo climático varia entre 1 300 e 1 700 mm. O mês mais seco continua sendo julho, que é, em geral, também o mês mais frio, com temperaturas médias em torno de 16,5°C.

A estação seca vai de maio a setembro, com evaporação relativamente pequena devido ao abrandamento da temperatura nos meses de inverno. O mês mais chuvoso é, em geral, janeiro, atingindo um total de chuvas de mais de dez vezes o valor do mês de julho.

3.2. COLETA DAS AMOSTRAS

Foram coletadas amostras para análise em duas estações do ano, sendo uma no período da chuva e a outra no período da seca. O primeiro ponto foi a montante do município de Inconfidentes, antes de entrar no perímetro urbano e o segundo ponto a jusante do município de Inconfidentes, após sua passagem pelo perímetro urbano. Os frascos para coletas serão fornecidos pelos laboratórios do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, que logo em seguida foram realizadas as respectivas análises das amostras.

3.3 PARÂMETROS AVALIADOS

1. Análises Físicas

. Turbidez

O aparelho utilizado para determinar a turbidez foi um Turbidímetro Plus microprocessador digital da Alfa KIT. Foram realizados três repetições para cada amostra e posteriormente calculados a média. A unidade utilizada é NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

. Cor

O aparelho utilizado para determinar a cor foi um Colorímetro Plus com microprocessador digital da Alfa KIT. Foram realizadas três repetições para cada amostra e, posteriormente, calculados a média. A unidade utilizada é ppm de Pt/Co.

2. Análises Químicas

. pH

Foram realizadas três leituras em cada amostra de água. Utilizado o aparelho Phgâmetro digital PG 1800 da marca Gehaka calibrado, usando a solução tampão de pH 7,0

com variação de +/- 0,02%. A partir dos resultados foi feita uma média do valor esperadas e realizadas análises estatísticas das mesmas.

. Sólidos Totais Dissolvidos (mg L^{-1})

Para a realização das análises desse parâmetro foi utilizado o aparelho Condutivímetro Digital 150 calibrado com a solução padrão $146,9 \text{ mg L}^{-1}$ com +/- 0,5% de variação. Foram realizadas três análises para cada amostra e assim tirar à média.

. Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Para a realização das análises desse parâmetro foi utilizado o aparelho Condutivímetro Digital 150 calibrado com a solução padrão $146,9 \mu\text{S cm}^{-1}$ com +/- 0,5% de variação. Foram realizadas três análises para cada amostra e assim tirar a média.

. Dureza

O método de análise de dureza utilizado foi o titrimétrico do EDTA: é o método mais comumente empregado na determinação de dureza sendo baseado na reação do ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) ou seus sais de sódio que formam complexos solúveis quelados com certos cátions metálicos. Foram realizadas três análises para cada amostra e assim tirar a média.

Alcalinidade

O método de análise de alcalinidade utilizado foi a titulação da amostra com ácido padrão a um pH especificado, determinando-se o ponto final pela mudança de cor de um indicador apropriado. Foram realizadas três análises para cada amostra e assim tirar a média.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as análises de água, espera-se que a qualidade da água atenda aos parâmetros mínimos de qualidade de acordo com as resoluções do CONAMA. Caso contrário, será proposta uma campanha de conscientização da comunidade de Inconfidentes/MG sobre a importância deste recurso natural tão importante para a vida da população.

Tabela 1. Média dos dados de Turbidez (NTU), Cor (mg L^{-1}), Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) coletados no período de 18/04/2012 a 29/11/2012, à montante da cidade de Inconfidentes/MG.

DATA	PARÂMETRO FÍSICO – MONTANTE		
	Turbidez (NTU)	Cor (mg L^{-1})	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
18/04/12	52,09	374,08	38,01
27/04/12	63,80	92,95	70,76
11/05/12	22,46	166,86	34,87
18/05/12	16,87	133,08	36,51
10/07/12	21,77	197,96	36,37
13/08/12	20,29	164,08	49,53
29/09/12	34,88	211,24	39,52
10/10/12	22,34	185,2	41,04
30/10/12	25,01	190,78	50,56
29/11/12	72,50	492,08	40,80

Tabela 2. Média dos dados de Turbidez (NTU), Cor (mg L^{-1}), Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) coletados no período de 18/04/2012 a 29/11/2012, à jusante da cidade de Inconfidentes/MG.

PARÂMETRO FÍSICO – JUSANTE			
DATA	Turbidez (NTU)	Cor (mg L^{-1})	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
18/04/12	33,06	214,07	42,22
27/04/12	27,93	263,95	35,52
11/05/12	71,25	488,15	41,25
18/05/12	17,90	144,44	36,04
10/07/12	22,80	177,00	42,36
13/08/12	11,06	117,13	35,5
29/09/12	49,59	239,14	35,29
10/10/12	20,98	185,19	39,72
30/10/12	24,55	198,91	51,08
29/11/12	87,32	582,73	40,91

Tabela 3. Média dos dados de pH, S.T.D. (mg cm^{-1}), Dureza (ppm CaCO_3^{-1}), Alcalinidade (ppm CaCO_3^{-1}) coletados no período de 18/04/2012 a 29/11/2012, à montante da cidade de Inconfidentes/MG.

PARÂMETRO QUÍMICO – MONTANTE				
DATA	pH	S.T.D. (ppm)	DUREZA (ppm CaCO_3^{-1})	ALCALINIDADE (ppm CaCO_3^{-1})
18/04/12	6,8	19,47	50,80	14
27/04/12	7,5	36,34	50,80	18
11/05/12	7,5	17,74	35,17	18
18/05/12	7,43	18,6	46,89	10
10/07/12	7,45	17,35	33,44	6
13/08/12	7,75	25,18	35,17	14
29/09/12	6,78	19,93	22,34	12
10/10/12	7,43	19,64	23,44	10
30/10/12	7,1	21,14	27,35	8
29/11/12	7,58	20,35	19,54	12

Tabela 4. Dados de pH , S.T.D. (ppm), Dureza (ppm CaCO_3^{-1}), Alcalinidade (ppm CaCO_3^{-1}) coletados no período de 18/04/2012 a 29/11/2012, à jusante da cidade de Inconfidentes/MG.

DATA	PARÂMETRO QUÍMICO – JUSANTE			
	pH	S.T.D. (ppm)	DUREZA (ppm CaCO_3^{-1})	ALCALINIDADE (ppm CaCO_3^{-1})
18/04/12	6,7	21,31	50,62	15
27/04/12	7,4	18,05	39,08	18
11/05/12	6,9	20,05	31,26	16
18/05/12	7,42	17,96	50,80	12
10/07/12	7,1	21,72	27,35	10
13/08/12	7,72	17,90	39,08	10
29/09/12	6,38	17,82	27,35	12
10/10/12	6,63	19,45	31,26	12
30/10/12	6,86	22,15	31,26	12
29/11/12	7,37	21,71	27,35	14

Tendo em vista a resolução CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005), os parâmetros pH, STD, Cor e turbidez nos pontos do rio a montante e a jusante estão em conformidade com a legislação se enquadrando na classe 2, na Portaria nº 2914/2004, em relação aos parâmetros cor e turbidez os valores encontrados são maiores que o permitido, no caso de água para consumo humano, necessitando-se desta forma de um tratamento adequado caso esta água for ser utilizada para consumo.

Pode-se observar um efeito muito significativo entre os pontos de coleta da amostra de água nos parâmetros físico-químicos, que serão discutidos a seguir.

No que se referem à turbidez os valores se mostraram bastante variados (Figura 2) alternando-se valores maiores no ponto a jusante com destaque para a amostra do dia 11/05/2012 e do dia 29/11/2012, onde o valor de turbidez a montante e a jusante foram respectivamente 22,44; 71,25 e 72,50; 87,32 NTU. Nesses dois dias específicos os valores foram elevados possivelmente devido aos esgotos sanitários que são lançados in natura no rio. Há de se salientar que a alta turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa, esse fato pode acarretar na diminuição da produtividade de peixes, esta também pode influenciar as comunidades biológicas aquáticas e também do uso doméstico, industrial e recreacional. Em relação as outras amostras os valores de turbidez estão dentro do padrão de um rio de classe 2, porém acima do rio de classe 1, em relação a ANVISA esses valores são muito superiores ao permitido necessitado de um pré-tratamento e posterior tratamento

adequado para que se possa consumir esta água.

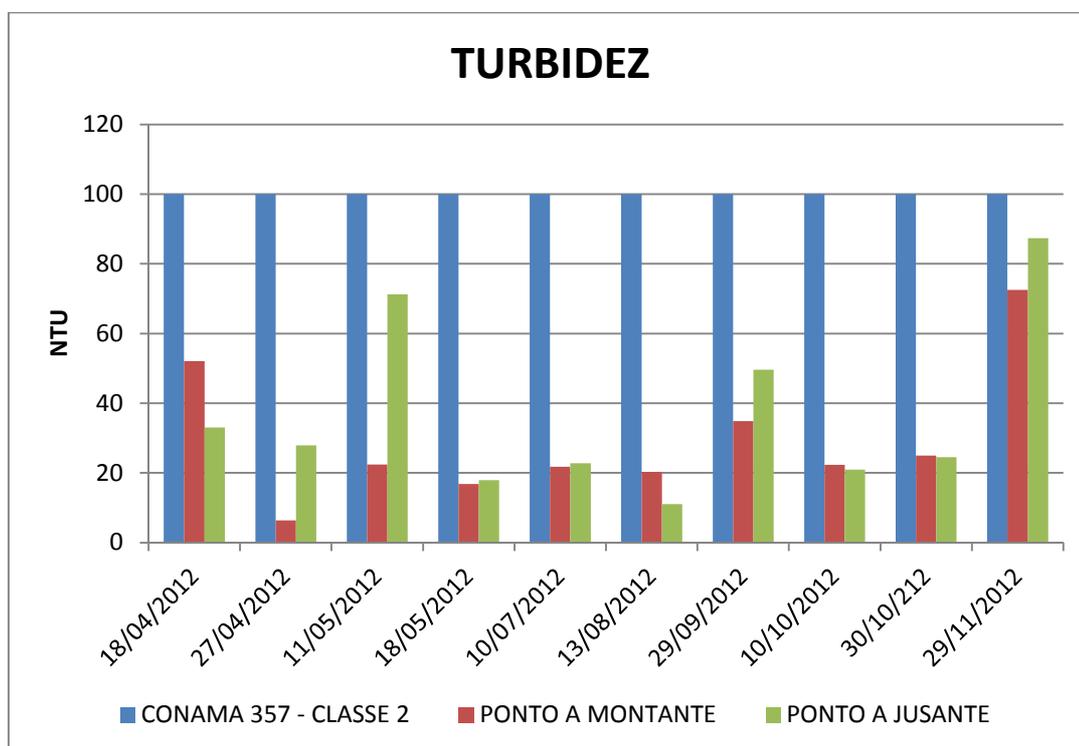


Figura 2. Variável analisada Turbidez.

Em relação ao parâmetro cor todas as amostras estão fora do padrão recomendado tanto pela ANVISA quanto pelo CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) (Figura 3). Pode-se verificar também que as amostras do ponto a jusante foi superior aos do ponto a montante, comprovando que o município de Inconfidentes interfere diretamente no aumento da cor da água do rio. Pode-se observar também que os dias 11/05/2012 e 29/11/2012 os valores de cor foram muito superiores ao permitido especificamente no ponto a jusante, certamente devido aos despejos de esgotos domésticos.

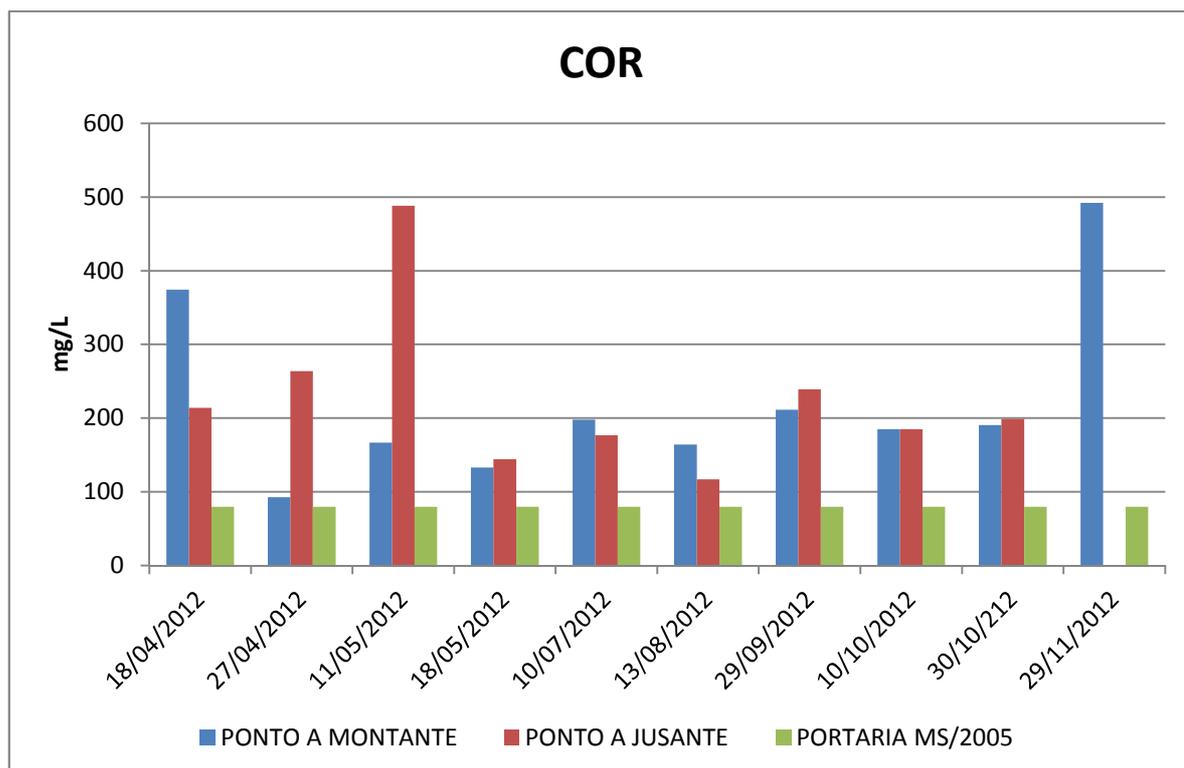


Figura 3. Variável analisada Cor.

A condutividade elétrica na água é explicada pela presença de sais dissolvidos na forma de íons dissociados eletroliticamente, estes podem ter origem natural (decomposição de rochas) ou podem ter origem antropogênica (descargas industriais, domésticas e comerciais). Especificamente cátions (sódio, cálcio, magnésio, potássio) e ânions (cloretos, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos e nitratos) são os compostos que conferem caráter elétrico na água. Em períodos de baixa vazão do rio altas cargas de sais podem afetar as comunidades ecológicas, pois cada organismo é fisiologicamente diferente e seus metabolismos dependem do teor desses sais.

Os valores de condutividade se mantiveram equivalentes (Figura 4) nos pontos a montante e a jusante com destaque para os dias 18/04/2012, 11/05/2012 e 10/07/2012 onde os valores a jusante foram superiores mostrando mais uma vez a contribuição do município neste parâmetro que se explica pelo fato da baixa vazão do rio (período da seca), juntamente com os despejos domésticos.

Os valores de condutividade nos pontos a montante e a jusante estão abaixo do limite considerável como ambiente impactado.

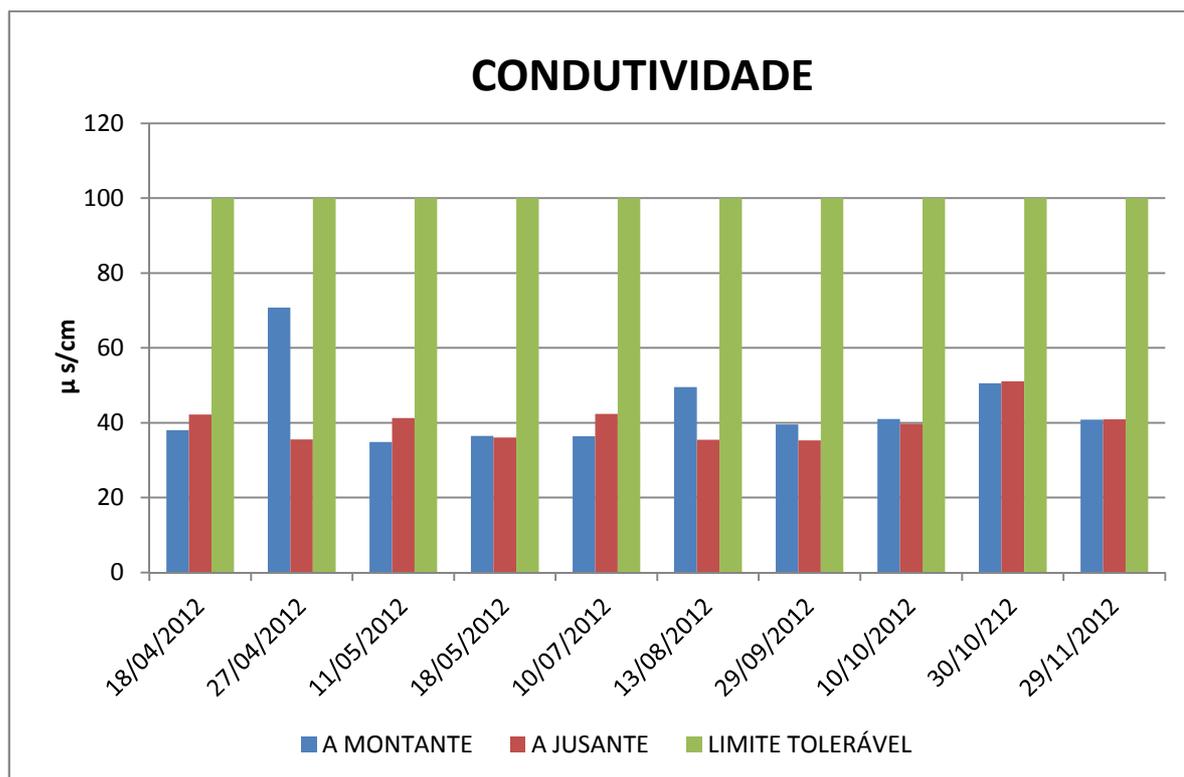


Figura 4. Variável analisada Condutividade.

Com relação aos valores do pH verifica-se que poucos se alteraram ao longo dos dois pontos. De acordo com McNeely et al.,(1979, p 44) e Canadá (1994,p.21) citados por Nieweglowski (2006) diz que a medida do pH indica o balanço entre ácidos e bases na água, e a medida de concentração dos íons hidrogênio na solução.

Os lançamentos de efluentes domésticos in natura nos corpos d'água influenciam na transformação microbiana da matéria orgânica e também contribui para a modificação do pH. De acordo com o British Columbia (1998), valores de pH muito básicos (> 8,0), endem a solubilizar a amônia tóxica na água, metais pesados e outros sais, e ainda precipitar sais de carbonato. Níveis de pH mais ácidos (< 6,0) interferem aumentando as concentrações de dióxido de carbono e ácido carbônico.

Todas as amostras dos dois pontos atenderam a legislação tanto da ANVISA quanto do CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) (Figura 5). Quando comparados um ponto com o outro, verifica-se que os valores de pH do ponto a jusante foram iguais ou menores que os do ponto a montante, mostrando desta forma a influência do município neste parâmetro, fato que se explica pelo alto teor de material orgânico entre outros poluentes que estão presentes no efluente doméstico despejados no rio *in natura*.

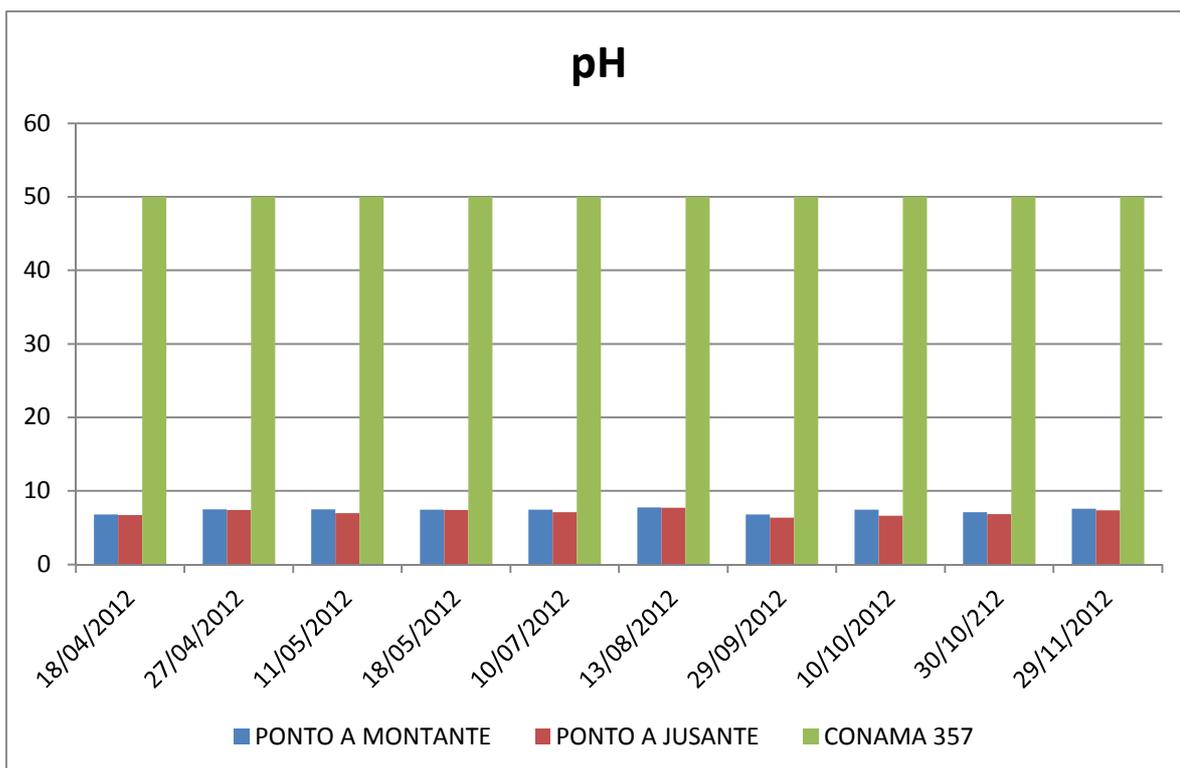


Figura 5. Variável analisada pH.

Os sólidos têm a capacidade de dissolver-se na água, total ou pelo menos parcialmente, até que seja atingido o equilíbrio de solubilidade. Estes sólidos dissolvidos não podem ser removidos pelos tratamentos físico-químicos convencionais, salientando a importância dos tratamentos biológicos. Na resolução CONAMA nº357/2005 (Brasil, 2005) estabelece teores máximos para sólidos totais dissolvidos em 500 mg L^{-1} . Águas com alto teor de sólidos dissolvidos podem ter sabor desagradável e podem ser rejeitadas pelo consumidor e também são inadequadas para aplicações industriais.

As amostras coletadas tanto no ponto a montante quanto a jusante estão muito abaixo do teor máximo permitido para um rio de classe 2, mas verifica-se (Figura 6) que os teores se mantiveram equivalentes no parâmetro sólidos totais dissolvidos.

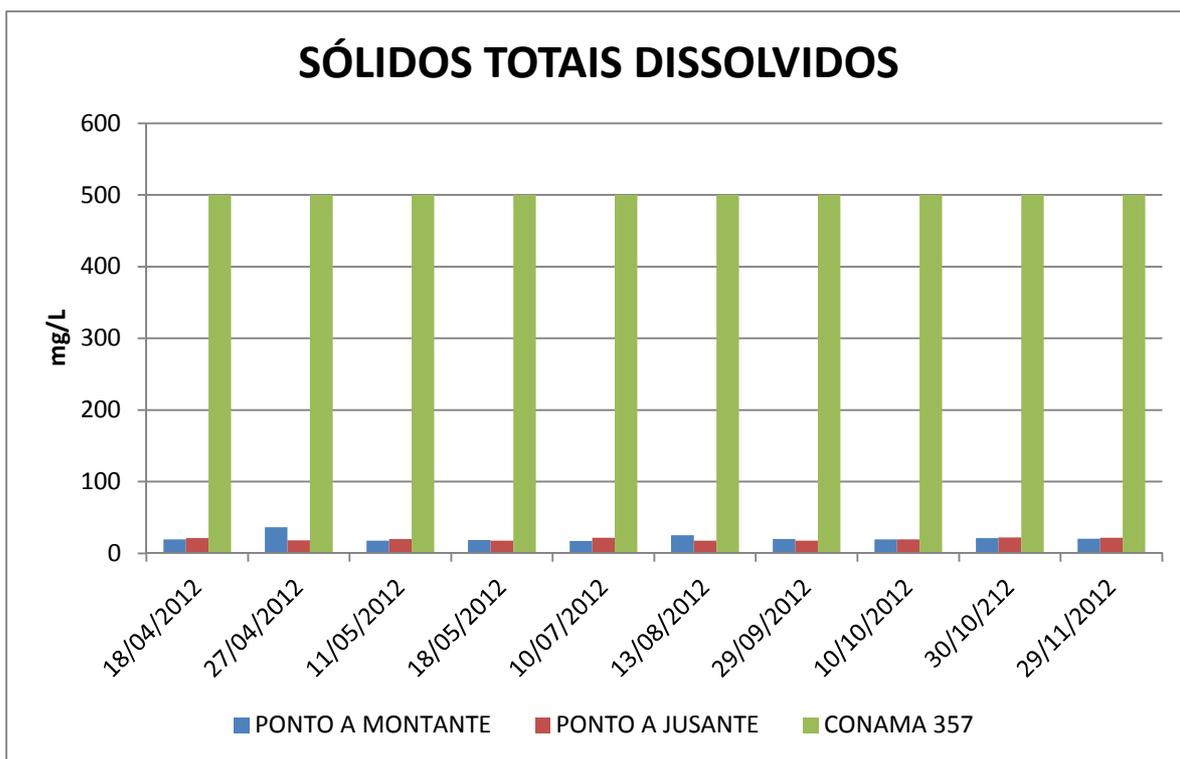


Figura 6. Variável analisada sólidos totais dissolvidos.

As águas duras são aquelas que exigem consideráveis quantidades de sabão para produzir espuma de modo que, no passado, a dureza de uma água era considerada como uma medida de sua capacidade de precipitar sabão, esse caráter das águas duras foi, por muito tempo, para o cidadão comum um aspecto importante por causa das dificuldades de limpeza de roupas e utensílios. A dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico, sendo que do ponto de vista da potabilização são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. A respeito do sabor desagradável que referidos níveis podem suscitar, elas não causam problemas fisiológicos. No Brasil, como já citado anteriormente o valor máximo permissível de dureza total fixado pelo padrão de potabilidade é de até 300 mg L^{-1} de CaCO_3 .

Na prática de tratamento de esgotos a dureza é um parâmetro de utilização limitada a certos métodos baseados em reações de precipitação como é o caso do tratamento com cal.

Com relação as amostras coletadas nos dois pontos verifica-se que os valores de dureza estão bem abaixo do valor máximo fixado pela legislação, mais quando comparados

entre si verifica-se a influência do município neste parâmetro (Figura 7), pois os valores de dureza foram equivalentes ou superiores no ponto a jusante.

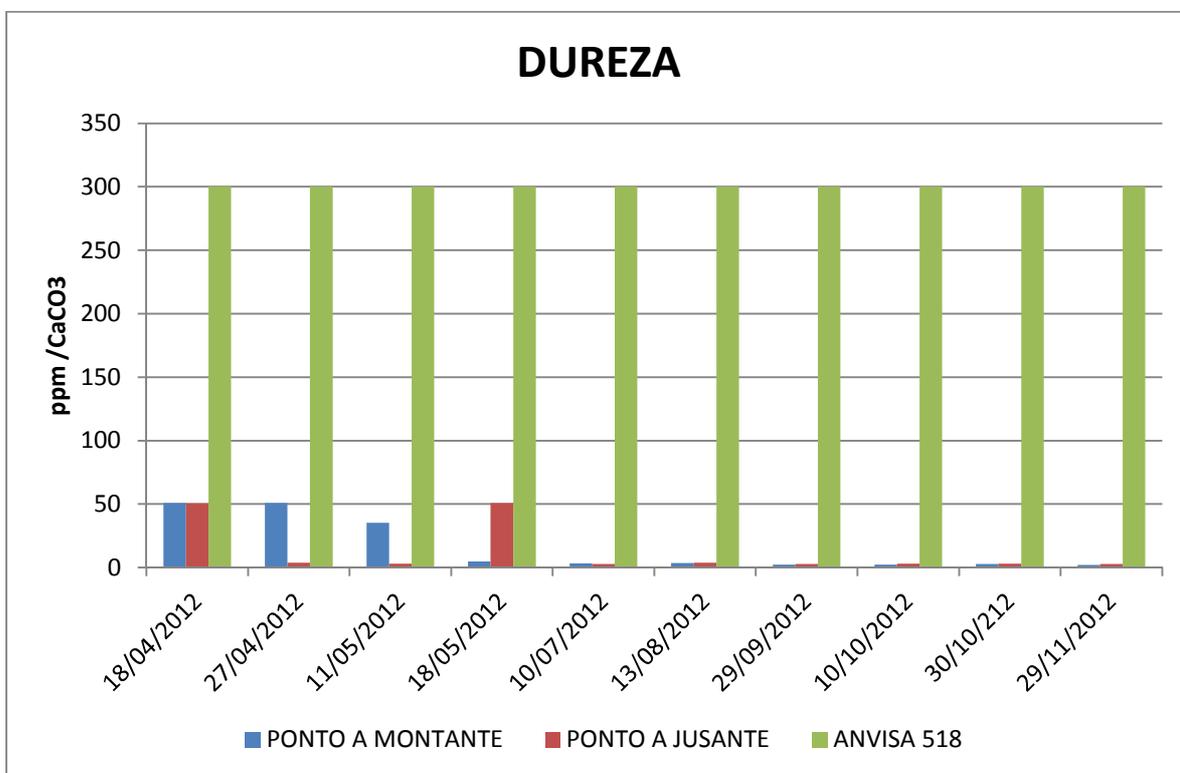


Figura 7. Variável analisada dureza.

A alcalinidade de uma amostra de água mede sua capacidade de neutralizar ácidos (capacidade tampão). Os sais que fornecem a alcalinidade para a água são provenientes do solo com a qual a água entra em contato, por tanto a alcalinidade da água é diferente de região para região. Os bicarbonatos de cálcio, magnésio e sódio aparecem em águas brutas em concentrações que geralmente variam de 10 a 30 mg L⁻¹. Outros sais de ácidos fracos como boratos, silicatos e fosfatos podem estar presentes em quantidades pequenas em águas poluídas ou em estado de anaerobiose, sais de ácidos fracos como acético, propiônico e sulfídrico podem ser produzidos e também contribuir para a alcalinidade, também a amônia e hidróxidos também podem contribuir.

A determinação da alcalinidade é importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução da dureza e prevenção da corrosão em

tubulações, também é importante o tratamento de esgotos quando há evidências de que a redução do pH pode afetar os microrganismos responsável pela depuração da água.

As amostras dos pontos a jusante e a montante se mantiveram equivalentes com valores superiores do ponto a jusante respectivamente nos dias 10/10/2012, 30/10/2012 e 29/11/2012, fato que se justifica pelos lançamentos dos efluentes domésticos no rio *in natura*.

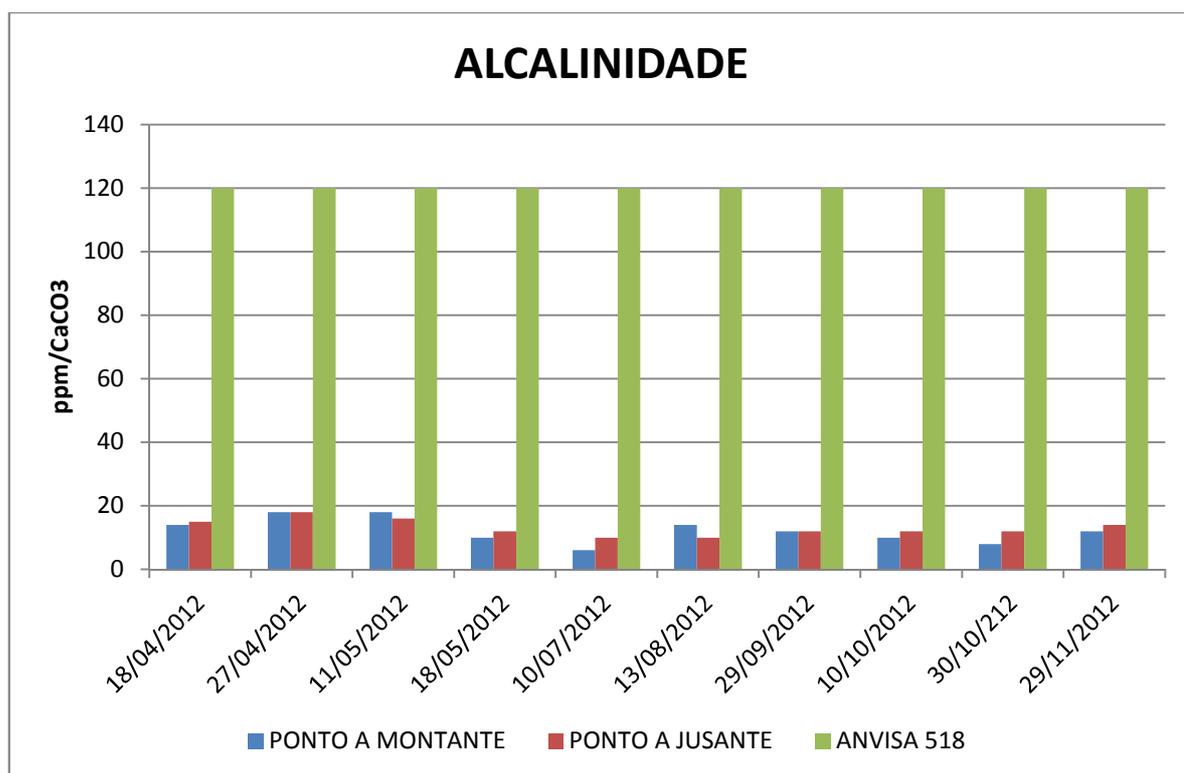


Figura 8. Variável analisada alcalinidade.

5. CONCLUSÕES

De maneira geral, a água do rio Moji-Guaçu atende a legislação CONAMA nº357/2005, porém pode-se observar que o município de Inconfidentes contribui para o aumento nos valores de alguns parâmetros, como turbidez, pH e principalmente no parâmetro cor.

Essa contribuição se deve pelo fato do município de Inconfidentes não ter uma estação de tratamento de esgoto, jogando o mesmo in natura diretamente no rio, fato que se agrava no período de baixa vazão do rio no período de seca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWWA (American Water Works Association). **Água:** tratamento e qualidade. Tradução Allyrio Macedo Filho, Zadir Castello Branco. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1964. 465p.

ALBUQUERQUE, M. C. **Qualidade da água coletada em diferentes tipos de telhado.** 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Tecnologia em Gestão Ambiental) – Câmpus Inconfidentes, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Inconfidentes, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, 2005.

BRIGANTE, J. et. al. **Avaliação ambiental do rio Moji-Guaçu:** resultado de uma pesquisa com abordagem ecossistêmica, 2002. 60p.

BRITISH COLUMBIA (Canada). Guidelines for interpreting water quality data. 1998. Disponível em: < <http://www.ilmb.gov.bc.ca/risc/pubs/aquatic/interp/> >. Acesso em: 22 nov. 2012.

FATMA (Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina). Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados à águas correntes. Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Florianópolis: FATMA/GTZ, 1999.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas.** Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007. 23p. (Anexo)

MELETTI, P. C.; ROCHA, O.; MARTINEZ, C. B. R. Avaliação da degradação ambiental na bacia do rio Moji-Guaçu por meio de testes de toxicidade com sedimento e de análises histopatológicas em peixes. In: Janete Brigante; Evaldo L. G. Espíndola. (Org.). **Limnologia fluvial** - um estudo no rio Moji-Guaçu. São Carlos: Rima Editora, p.149-180.

HELLER, L. **Saneamento e saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 1997. 102p.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. 1999. O uso da irrigação no Brasil. In: **Estado das águas no Brasil**: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. SRH/MMA, 1999, p.73-82.

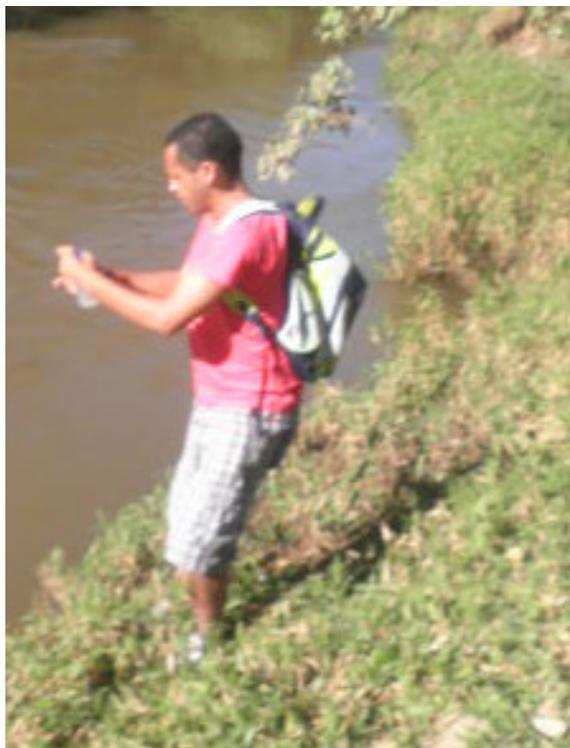
MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Água**: um recurso cada vez mais ameaçado.

Disponível em: <

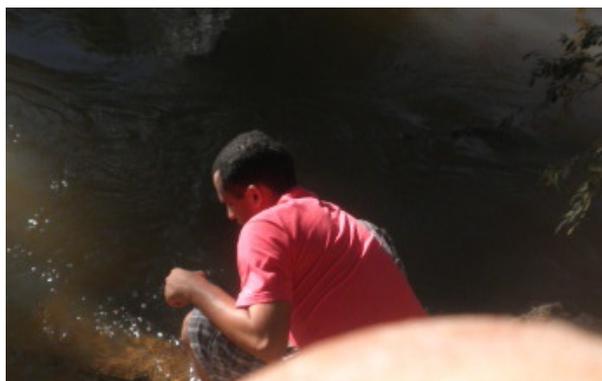
http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_publicacao/publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf >. Acesso em: 22 nov. 2012.

NIEWEGLOWSKI, A. M. A. Indicadores da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Toledo – PR. 2006. 237 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2006.

ANEXOS



Coleta de amostra de água à montante



Coleta de amostra de água à jusante