

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO FUNDO - CATALÃO (GO)

Verônica Nogueira Peres<sup>1</sup>

Luciana Melo Coelho<sup>2</sup>

Idelvone Mendes Ferreira<sup>3</sup>

## RESUMO

As intervenções de natureza humana em uma bacia hidrográfica podem interferir na qualidade das águas e restringir seus usos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água do Córrego Fundo, localizada no Município de Catalão, na região Sudeste do Estado de Goiás, analisando potenciais ecológicos e de ação antrópica. As amostras de água e de solos foram coletadas durante onze meses, e as análises químicas foram realizadas. Os resultados das amostras de água foram comparados com os valores recomendados pela legislação (CONAMA 357/2005) para verificar a qualidade da água. O objetivo de analisar o solo foi identificar quais elementos estão presentes nessas amostras que podem interferir na qualidade da água. Na região de estudo, foi observado que o uso da terra é predominantemente para pastagens, além de pequenos plantios de milho, arroz e feijão. Destaca-se também o plantio de eucaliptos e atividade de mineração. Algumas amostras de água apresentaram desconformidade com a Legislação para os compostos inorgânicos, sendo alumínio (Al), ferro (Fe), fósforo (P), manganês (Mn) e nitrogênio (N) (Córrego Mata Preta); Al, Pb, Fe, P, Mn e N (Córrego Vargem Grande e Macaúba); Al, Pb, Fe, bário (Ba), P, Mn N (Córrego Garimpo jusante) e Al, Pb, P e N (Córrego Fundo). O ferro foi encontrado em quase todas as amostras analisadas (água e solo). A presença de elementos como Ba, N, Mn P encontrados nos valores maiores que permitidos pela Legislação deve-se a geologia e a intensa adubação do solo na região.

**Palavras-chave:** qualidade de água, Resolução CONAMA, Microbacia do Córrego Fundo

<sup>1</sup> PPG em Geografia. Universidade Federal de Goiás - Campus de Catalão. E-mail para correspondência: veronicanog2000@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás - Campus Catalão. Departamento de Química.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Goiás - Campus Catalão. Departamento de Geografia.

## ABSTRACT

**Evaluation of surface water quality of “Córrego Fundo” Watershed - Catalão (GO).** The interventions of human nature in a watershed can affect water quality and restrict their use. Thus, the goal of this study was to evaluate the water quality of the Córrego Fundo, located in the city of Catalão, in the southeastern region of the State of Goiás, analyzing the environmental and anthropogenic potentials. Samples of water and soil were collected for eleven months and the chemical analyses were performed. The results of water samples were compared with the values recommended by the legislation (CONAMA 357/2005) to verify the quality of water. The purpose of analyzing the soil is to identify which elements are present in these samples that can interfere with water quality. The region examined was observed that the use of land was predominantly for pasture also low growing of corn, rice and beans. In this region there is also the planting of eucalyptus and mining activity. Some water samples showed disagreement with the legislation for inorganic compounds such as aluminum (Al), iron (Fe), phosphorus (P), manganese (Mn) and nitrogen (N) (Córrego Mata Preta), Al, Fe, P and Mn (Córrego Vargem Grande and Macaúba), Fe, barium (Ba), P, Mn and N (Córrego Garimpo downstream) and Al, Fe, P and N (Córrego Fundo). The iron was found in almost all samples analyzed (water and soil). The presence of elements such as Ba, N, Mn, P found in levels higher than allowed by law is due to geology activities and intensive fertilization of the soil in the region.

**Key words:** water quality, Resolution CONAMA, Córrego Fundo.

## INTRODUÇÃO

O impacto ambiental na natureza, as questões relacionadas à preservação e à otimização do ambiente natural, a utilização racional dos recursos naturais, os cuidados com as paisagens socioculturais, enfim, todos os estudos em torno do fator antropogênico para o entendimento da paisagem são problemas que, tomados em seu conjunto, chamam a atenção da sociedade contemporânea (Sotchava, 1977).

A pesquisa visa a mostrar os resultados do estudo da qualidade da água, numa perspectiva de entender os aspectos geoambientais e antrópicos que alteram a dinâmica do ambiente. Nesse contexto, busca-se visualizar o geossistema, que corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis, como resultado da combinação do potencial ecológico (litologia, geomorfologia, clima, hidrologia, solo), subordinado a uma exploração biológica (vegetação, solo, fauna, entre outros seres vivos) e sob um processo remodelador intenso da ação antrópica.

A ação antrópica pode e altera os aspectos da qualidade das águas restringindo os possíveis usos dos recursos hídricos. Ela integra os impactos das atividades humanas, sem que possa considerá-la como um conceito social. A água, em função de sua estrutura molecular, possui afinidades químicas com outras substâncias e, por isso, é chamada solvente universal. Tal fato significa que, por onde a mesma escoar ou percola, vai absorvendo e/ou agregando traços dos compostos químicos orgânicos e inorgânicos, deixando de ser pura. Assim, sua pureza depende da litologia que a mesma percorre e dos elementos solúveis encontrados no solo e nas rochas. Dessa forma, além da atividade antrópica, existe também a possibilidade da água alterar sua composição em função da geologia da região.

Considerando que os terrenos geológicos e a cobertura pedológica são distintos para uma determinada região, espera-se que as características da água *in natura* sejam distintas para cada terreno, respondendo às características geoquímicas da área. Entretanto, os parâmetros de qualidade da água superficial estabelecidos na *Resolução CONAMA 357/2005* são válidos para todo o território nacional, independente das características geológicas e/ou pedológicas de cada região.

Dessa maneira, buscou-se conhecer as características da água da microbacia do Córrego Fundo, no Sudeste do Estado de Goiás, em função de características particulares da área. A microbacia do Córrego Fundo compreende os Córregos Mata Preta, Vargem Grande, Macaúba, Garimpo e Fundo. A microbacia do Córrego Fundo é tributária da margem direita do rio São Marcos que é tributário da margem direita do rio Paranaíba.

Na área da microbacia, há exploração de recursos minerais, confinadas numa intrusão dômica de idade Cretácea, cujas características físico-químicas se enquadram num complexo máfico-alcálico. A formação dessa intrusão dômica pode ser explicada por Valarelli (1971).

Para Valarelli (1971), os dados mineralógicos, climáticos e topográficos contribuem para a definição de um minério do tipo laterítico, de gênese intimamente ligada ao profundo intemperismo das rochas. Aspectos ligados à intrusão modelaram a sua forma circular que ressalta na paisagem externa. A solubilização do carbonatito e a alteração das rochas alcalinas associadas liberaram os minerais menos solúveis que formaram um acúmulo residual. Condições climáticas, aliadas à natureza das soluções, favoreceram as transformações mineralógicas, bem como solubilizações parciais e reprecipitações que cimentaram os materiais residuais, formando um encouraçamento laterítico fenitizado, que protege a estrutura dômica dos processos erosivos superficiais, e por esse motivo, formou-se uma estrutura dômica medindo

aproximadamente 6,0 a 6,5 km de diâmetro. O domo Catalão I tem topo relativamente plano e recoberto por canga altamente ferruginosa e/ou silicosa.

Além da configuração do domo, a microbacia possui um padrão de drenagem predominantemente dendrítico, que promove o escoamento das águas em diversas direções. O resultado das análises físico-químicas das águas foi comparado com o *Art. 15 da Resolução CONAMA 357/2005*, padrão estabelecido em função da necessidade de um referencial de qualidade.

As considerações apresentadas pelo CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, para estabelecer as diretrizes de enquadramento dos corpos de água, foram fundamentadas nos níveis de qualidade que as águas deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade, saúde e o bem-estar humano, e o equilíbrio ecológico aquático, considerando que esses não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização da Área de Estudo

O município de Catalão está localizado no Sudeste do Estado de Goiás, entre as latitudes 18°07'30" e 18°15'00" Sul e longitudes 48°00'00" e 47°52'30" Oeste, com altitude de aproximadamente 835 metros (Carta Catalão - folhas SE.23-Y-A-I/1-SO, MI-2415/1-SO- DSG/Ministério do Exército).

A área de drenagem da microbacia do Córrego Fundo tem aproximadamente 15.131 hectares, estando localizada a 40 km da sede municipal, no sentido sul do município.

A vegetação nativa característica da área de estudo é o Cerrado. As fitofisionomias do bioma Cerrado estão localizadas basicamente no Planalto Central do Brasil. É o segundo maior bioma do País em área. Trata-se de um complexo vegetacional, que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras formações de savanas da América Tropical e de outros continentes. Ocorre em altitudes que variam de cerca de 300 m a 1800 m. Predominam os Latossolos, tanto em áreas sedimentares quanto em terrenos cristalinos, ocorrendo ainda solos concrecionários em grandes extensões (Sano, 1998).

O processo de intervenção humana na área da pesquisa ocorreu de forma acelerada, substituindo a vegetação nativa por pastagens, agricultura, mineração (rocha fosfática e nióbio) e plantio de eucalipto. É uma região com índice pluviométrico favorável ao desenvolvimento da agropecuária, com precipitação em torno de 1400

mm por ano, respondendo pelas características da paisagem local (Ultrafertil, 2005). A figura 1 ilustra a microbacia do Córrego Fundo, juntamente com a localização dos pontos de amostragem.

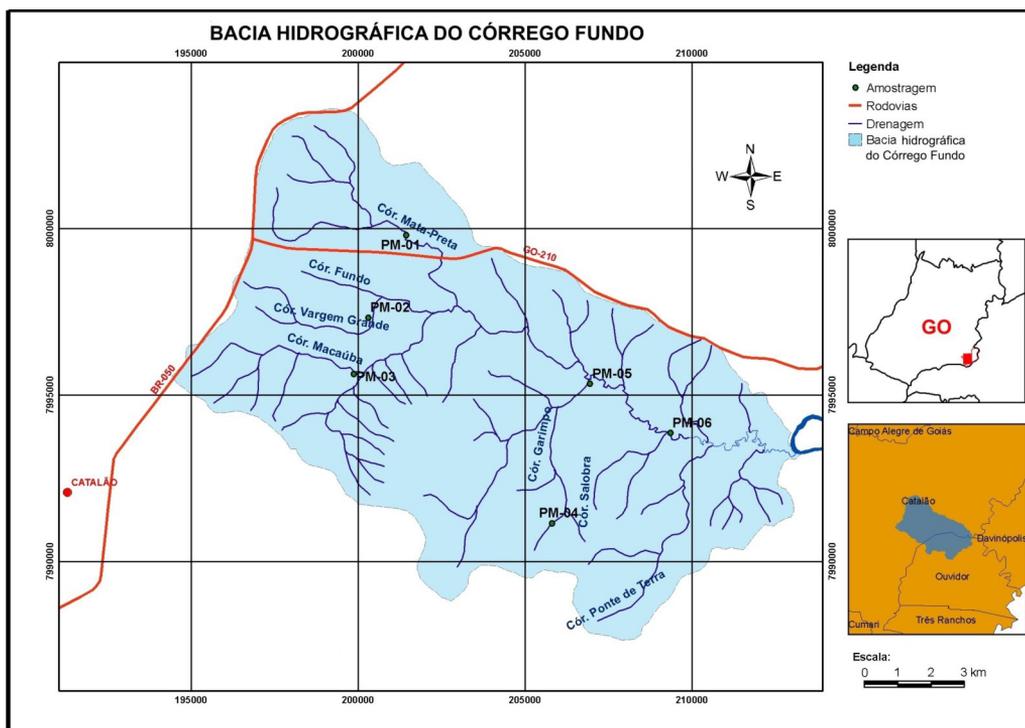


Figura 1 - Microbacia do Córrego Fundo e localização dos pontos de amostragem de água e solo.

Fonte: Carta Topográfica do Ministério do Exército, folha 23-Y-A-3.

### **Análise Geoambiental da Microbacia**

Atualmente, em função das mudanças ambientais ocorridas, tem-se preocupado em estudar mais sobre temas relacionados ao meio ambiente, sobretudo, no que se refere à degradação, preservação, contaminação, recuperação ambiental e a intervenção de natureza humana entre outros aspectos da dinâmica superficial da paisagem. Considerando uma abordagem de natureza física e humana da área em questão, utilizou-se o conceito de geossistema para elucidar o uso do espaço geográfico.

Para Bertrand (1968), o geossistema corresponde ao potencial ecológico que resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor de declive, dinâmica das vertentes), climáticos (precipitação, temperaturas) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos, nascentes, pH das águas,

tempos, ressecamento do solo). A exploração biológica resulta da combinação da vegetação, solo e fauna, ambos inter-relacionados com a ação antrópica. A compreensão desses fatores de forma integrada permite perceber a dinâmica da paisagem.

Neste contexto, Bertrand (1968) mostra que a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos dispartados. É em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físico-químicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Bertrand (1968) explica que a paisagem deve ser estudada em função da escala, isto é, situando na perspectiva do tempo e espaço. E, considerando que existem para cada ordem de fenômenos “*inícios de manifestação*” e de “*extinção*” e por eles pode-se legitimar a delimitação sistemática das paisagens em unidades hierarquizadas, isso nos leva a dizer que a definição de paisagem é função da escala.

Esse sistema de classificação escolhido por Bertrand (1968) comporta seis níveis têmporo-espaciais; a zona, o domínio e a região; compondo uma escala superior, de outra, o geossistema, o geofácies e o geótopo, compondo uma escala inferior.

Nas unidades inferiores, o geossistema ou sistema natural acentua o complexo geográfico e a dinâmica do conjunto. O geofácies permanece no aspecto fisionômico e o geótopo situa essa unidade no último nível da escala espacial.

Considerando as unidades de paisagem propostas por Bertrand (1968), a área da pesquisa é subordinada a zona tropical, ao domínio do Planalto Central Brasileiro e a região natural o bioma Cerrado. O geossistema, a microbacia do Córrego Fundo juntamente com a estrutura dômica, a geofácies os Córregos tributários da microbacia do Córrego Fundo, e os geótopos os pontos de amostragens localizados nos Córregos Mata Preta, Vargem Grande, Garimpo (montante e jusante) e Córrego Fundo.

O uso da terra na microbacia do Córrego Fundo é diversificado, com atividades de pecuária principalmente de gado leiteiro, agricultura de milho, arroz e feijão, hortaliças diversas, plantio de eucalipto e atividade de mineração de rocha fosfática e nióbio. A atividade de mineração ocorre na região dômica, marcada pelo Complexo Mafico-Ultramáfico Alcalino de Catalão I, e apresenta disposição grosseiramente circular, demonstrando reflexo das intrusões alcalinas do Cretáceo Superior nas sequências metassedimentares do Proterozoico. Após atividade intrusiva, a área foi submetida a processos de pediplanação, provavelmente no Terciário Médio, com posterior dissecação comandada por uma drenagem radial centrífuga, em condição climática úmida, ao mesmo tempo em que a região era submetida a processo de epirogenese positiva. O topo aplainado é marcado por uma distância interfluvial

superior a 1.000 metros, chegando a 2.000 metros, e apresenta declividade entre 2 e 4 %, além de baixo grau de dissecação, e declividade superior a 30 % nas bordas. (Ultrafertil, 2005)

As atividades desenvolvidas interferiram significativamente na paisagem natural, retirando a vegetação nativa, substituindo por pastagens, agricultura, mineração e plantio de eucalipto. A vegetação de mata ciliar nos diversos cursos d'água da microbacia não existe, dessa maneira, facilita o processo erosivo nas margens provocando o assoreamento dos mesmos. Nessa região, a poluição das águas pode ocorrer de forma difusa, ou seja, a geomorfologia da área e a inexistência das matas ciliares contribuem para o direcionamento do fluxo das águas pluviais para os cursos d'água.

### Qualidade da Água

Os resultados preliminares da qualidade da água foram avaliados durante 11 meses (de novembro de 2008 a setembro de 2009) por meio de coletas de amostras de água. Os meses definidos para coleta foram a partir das condições do tempo, considerando as épocas sazonais do clima. Foram coletadas quatro amostras de água e uma amostra de solo, em seis pontos distintos, na microbacia do Córrego Fundo (figura 1). Os locais dos pontos das amostragens foram escolhidos em função do sistema de drenagem dendrítico, considerando a maior abrangência dos afluentes na área da microbacia.

As amostras de água foram coletadas, devidamente identificadas, mantidas em caixa de isopor, com gelo, para o transporte até o laboratório. As amostras de solo foram coletadas, concomitante às amostras de água, colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e encaminhadas ao laboratório.

Durante as coletas das amostras de água, foram realizadas medidas *in loco* de pH, condutividade e temperatura. As medidas de pH foram realizadas com auxílio de um medidor de pH (marca Mettler-Toledo GmbH, modelo SG2 51302520), previamente calibrado com solução tampão pH 4,00 (ácido cítrico/hidróxido de sódio/ácido clorídrico, marca Merck, rastreável ao SRM/NIST e PTB) e solução tampão pH 7,00 (fosfato, marca Merck, rastreável ao SRM/NIST e PTB). Nas medidas de condutividade, foi utilizado um condutivímetro (marca Mettler-Toledo GmbH, modelo SG3 51302530) calibrado com solução padrão de KCl de 146,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 24 °C (rastreável ao SEM/NIST).

Durante as amostragens de água, foram coletadas informações dos locais de coleta, em planilha específica, conforme figura 2. Essas informações foram úteis para auxiliar na interpretação dos demais resultados físico-químicos.



de toxicidade de vários elementos. As águas naturais de superfícies apresentam pH variando de 6,0 a 8,5, intervalo adequado a manutenção da vida aquática. A *Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde* estabelece um amplo intervalo para pH de água tratada (6 a 9,5), objetivando minimizar as perspectivas de corrosão (valores de pH baixo) ou incrustação (pH elevados) nas redes de distribuição (Libânio, 2008).

As amostras de solo foram coletadas no topo, terraço (área de inundação dos córregos) com profundidades entre 25 cm e 70 cm e sedimento de fundo no leito dos Córregos. A área do terraço é considerada de maior importância, pois é o local onde acumula grande parte de material depositado. O objetivo da análise das amostras de solo é identificar quais elementos estão presente nos solos e se são solúveis, podendo interferir na qualidade das águas dos Córregos.

A planície de inundação é a faixa do vale composta de sedimentos aluviais, bordejando o curso de água, e é periodicamente inundada pelas águas de transbordamento provenientes de rio (Christofolletti, 1980). Portanto, neste estudo, considerou-se como área de inundação a área do vale fluvial recoberta por materiais depositados pelas cheias e pelo processo de movimentação de sedimentos, em função da declividade do terreno.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Química da empresa FUNMINERAL, seguindo metodologias referenciadas pela *Standard Methods of Chemical Analysis*.

As determinações dos metais (Al, As, Ba, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mn, Ni, Ag e Zn) em todas as amostras de água e de solo foram realizadas em espectrômetro de absorção atômica, modelo Analyst 200 da Perkin Elmer, com chama e corretor de fundo com lâmpada de deutério. Utilizaram-se lâmpadas de cátodo oco e de EDL (ambas da Perkin Elmer) e chama de ar-acetileno. Os outros parâmetros instrumentais foram selecionados de acordo com as recomendações do manual do espectrômetro de absorção atômica.

Para os elementos fósforo (P) e boro (B) foram utilizados os métodos espectrofotométricos empregando o espectrofotômetro modelo 54B da Perkin Elmer, na região do ultravioleta-visível.

Para as determinações de cianeto (CN), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e nitrogênio (N) foram utilizados as técnicas de volumetria, gravimetria e destilação/volumetria, respectivamente.

Após sequências de amostragens e análises, os resultados foram interpretados, comparando-os com o padrão de qualidade da água superficial estabelecido *no Art. 15 da Resolução Conama 357/05*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação dos Parâmetros Medidos *in Loco*

Os resultados das medições de pH, temperatura e condutividade, realizadas *in loco* durante a pesquisa, estão registrados na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros pH, temperatura e condutividade das águas analisadas na microbacia do Córrego Fundo.

Parâmetros	PM-01				PM-02			PM-03			PM-04				PM-05				PM-06			
	nov/08	mar/09	mai/09	set/09	mar/09	mai/09	set/09	mar/09	mai/09	set/09	nov/08	mar/09	mai/09	set/09	nov/08	mar/09	mai/09	set/09	nov/08	mar/09	mai/09	set/09
pH	6,21	6,11	7,16	7,28	5,83	6,44	7,79	5,49	6,27	7,08	7,58	6,82	7,4	5,81	7,55	6,09	6,99	6,67	7,76	6,58	7,48	7,54
Temperatura oC	23,8	22,7	18,4	23,8	22,7	19,1	22,8	22,7	18,6	23	28	25,6	24,4	26,4	25	23,7	20,9	24,6	26	25,9	20,5	25
Condutividade µS/cm	135,5	76,9	71,5	71,3	59,5	53,1	51,8	47,5	40,2	45,9	271	107,3	103,3	34	736	298	281	268	655	171,9	194,9	214

PM-01= Córrego Mata Preta, PM-02= Córrego Vargem Grande; PM-03= Córrego Macaúba; PM-4= Córrego Garimpo (montante); PM-05= Córrego Garimpo (jusante); PM-06= Córrego Fundo (jusante).

Observa-se, na tabela 1, que para a maioria das amostras o pH está de acordo com o previsto na *Resolução Conama 357/05*, de 6,00 a 9,00. Durante o período de monitoramento, nos meses de novembro a setembro, o pH nos pontos de amostragens variou entre 6,09 e 7,79, exceto no mês de março (período chuvoso) nos pontos PM-02 e PM-03 e no mês de setembro (período seco) no ponto PM-04 em que o pH foi de 5,83, 5,49 e 5,81, respectivamente.

Libânio (2008) explica que as águas naturais de superfície apresentam pH variando de 6,0 a 8,5, intervalo adequado à manutenção da vida aquática. Embora a prevalência de matéria orgânica, manifestada na intensidade da cor verdadeira, concorra para valores abaixo de 5,0. Alterações podem ser em decorrência da atividade algal, fotossíntese e respiração, da dissolução de rochas e do lançamento de despejos industriais.

No caso dos valores de pH encontrados na microbacia do Córrego Fundo, somente nos pontos PM-02, PM-03 (ambos nos meses de março) e PM-04 (mês de setembro) ocorreram valores de pH relativamente mais baixos que os demais pontos analisados, sendo considerado casos pontuais e com valores próximos de 6,0.

As amostras de água foram coletadas no período da manhã e, conseqüentemente, apresentaram uma variação da temperatura de 18,4 °C a 28,0 °C. A alteração da temperatura das águas naturais decorre principalmente pela insolação e, quando de origem antrópica, de despejos industriais e águas de refrigeração de máquinas e

caldeiras. Os meses que apresentaram a temperatura mais baixa foram março, final das chuvas ocorridas na região e maio devido à proximidade do início do inverno, onde há tendência para diminuição da temperatura. No ponto PM-04, em novembro a temperatura elevada, ocorre em função da insolação e devido à pequena profundidade do curso d'água, não atingindo neste período 15 cm. Nessa microbacia, não há despejos industriais e de águas de refrigeração de máquinas e caldeiras, portanto, a variação da temperatura é natural do clima.

A condutividade nos pontos de monitoramento variou de 34 a 736 mS/cm. No ponto PM-01, mês de novembro a condutividade foi de 135 mS/cm e nos demais meses inferior a 100 mS/cm. Nos pontos PM-02 e PM-03, os valores de condutividade foram inferiores a 100 mS/cm. No ponto PM-04, a condutividade apresentou valores mais discrepantes, sendo 271 mS/cm (novembro), 107,3 mS/cm (março) e 103,3 mS/cm (maio). Os valores de condutividade para o ponto PM-05 foram relativamente elevados em todos os meses analisados, sendo 736 mS/cm (novembro), 298 mS/cm (março), 281 mS/cm (maio) e 268 mS/cm (setembro). No ponto PM-06, a condutividade também atingiu valores elevados em todos os meses analisados, sendo 655 mS/cm (novembro), 171,9 mS/cm (março), 194,9 mS/cm (maio) e 214 mS/cm (setembro).

Segundo Libânio (2008), a condutividade elétrica indica a capacidade da água natural de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo diretamente proporcional à concentração de íons. Relaciona-se ao teor de salinidade, característica relevante para muitos mananciais subterrâneos e águas superficiais próximas ao litoral passíveis de intrusão de águas salgada. Constitui-se importante indicador de eventual lançamento de efluente por relacionar-se à concentração de sólidos dissolvidos. A correlação entre esses parâmetros vai manifestar diferentemente para cada corpo d'água. Águas naturais apresentam comumente condutividade elétrica inferior a 100 mS/cm, podendo atingir 1000 mS/cm em corpo d'água receptor de elevadas cargas de efluentes domésticos industriais. Não foi evidenciado na área da microbacia despejos de efluentes domésticos e industriais.

Os valores relativamente elevados de condutividade dos pontos de monitoramento PM-05 e PM-06 podem ter origem nas águas subterrâneas e das drenagens oriunda da atividade de mineração de rocha fosfática. O ponto PM-05 abrange toda área dômica, local de ocorrência da atividade minerária e o ponto PM-06 é o do Córrego principal da microbacia (figura 1). A *Resolução do Conama 357/05* não estabelece padrão de referência para condutividade.

### Análise da Qualidade do Solo

As amostras de solo foram coletadas em seis pontos, que corresponde aos Córregos Mata Preta, Vargem Grande, Macaúba, Garimpo (montante e jusante) e Córrego Fundo. Para cada ponto, foram coletadas amostras de solo no topo, terraço (área de inundação dos Córregos) e sedimento de fundo. Com a finalidade de representar, em um mesma figura, todos os resultados para o seis pontos avaliados, juntamente com as três coletas feitas para cada ponto (topo, terraço e sedimento de fundo), realizou-se a média dos valores obtidos para cada metal e demais compostos. A figura 3 ilustra os resultados dos elementos e compostos (Al, As, Ba, B, Cd, Pb, CN, Co, Cu, Cr, Fe, P, Li, Ni, N, Ag,  $SO_4^{2-}$  e Zn) encontrados nas amostras de solo, exceto manganês que em função dos valores elevados estão apresentados na figura 4.

Na figura 3, observa-se que os pontos de monitoramentos avaliados apresentaram perfis de respostas bastante semelhantes entre si.

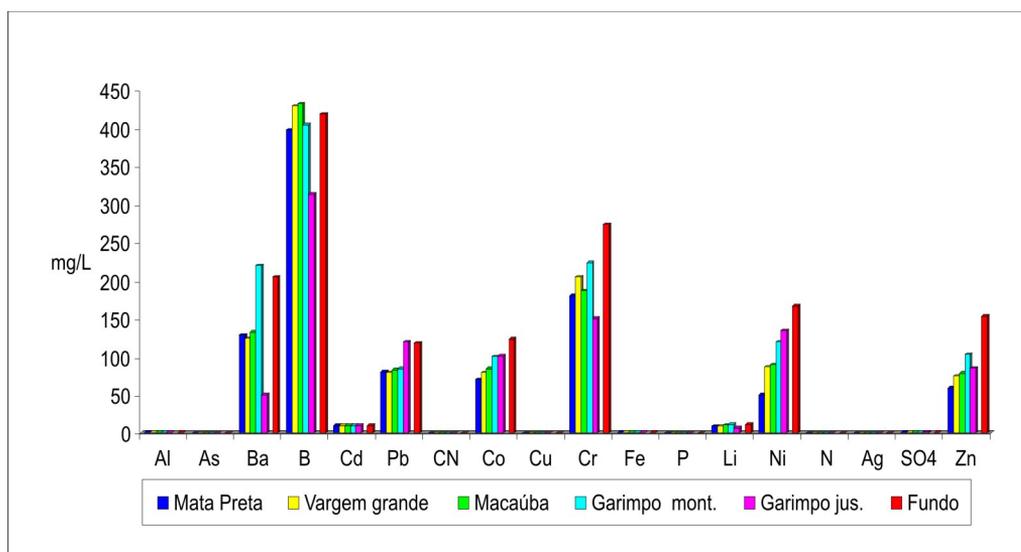


Figura 3. Concentrações dos elementos e compostos nas amostras de solo da microbacia do Córrego Fundo.

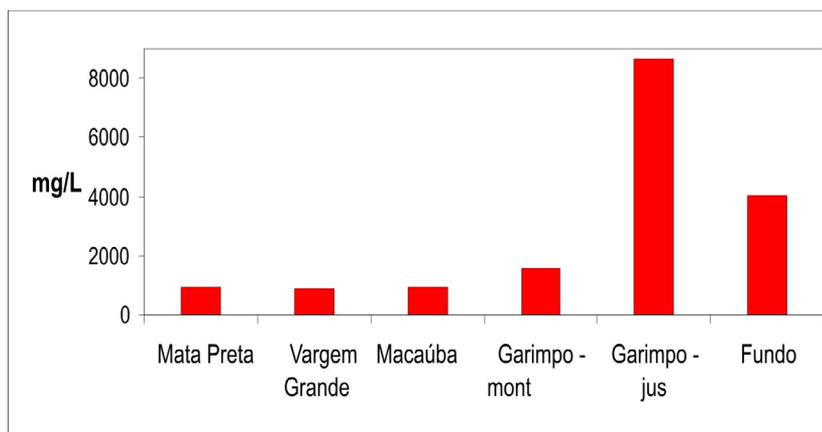


Figura 4. Concentrações de Manganês nas amostras de solo da microbacia do Córrego Fundo.

Em todas as amostras de solo avaliadas, observou-se que alguns elementos e compostos apresentaram concentrações relativamente baixas, entre 0,1 e 1,0 mg/L, sendo eles: alumínio, arsênio, cianeto, cobre, ferro, nitrogênio e prata. Os elementos e compostos de fósforo, sulfato, cádmio e lítio apresentaram concentrações com valores entre 2,4 e 18 mg/L. Os demais elementos apresentaram concentrações relativamente maiores, sendo: bário (110 - 740 mg/L), boro (296 - 736 mg/L), chumbo (75 - 155 mg/L), cobalto (75 - 170 mg/L), cromo (140 - 490 mg/L), níquel (0,1 - 310 mg/L) e zinco (55,3 - 235 mg/L).

Já a figura 4 representa as concentrações de manganês, sendo 928 mg/L, 898 mg/L, 935 mg/L, 1567 mg/L, 8625 mg/L e 4030 mg/L para os Córregos Mata Preta, Vargem Grande, Macaúba, Garimpo (montante), Garimpo (jusante) e Fundo, respectivamente.

O solo predominante na área da bacia é o Latossolos. Para Sano (2008), os Latossolos são altamente intemperizados, resultantes da remoção de sílica e de bases trocáveis do perfil. Grande parte dos minerais existentes nesses solos é secundários, constituintes da fração argila. Ocorrem no solo por síntese de produtos resultantes de intemperismo de minerais primários, herdados diretamente da rocha mãe. Esses minerais secundários podem ser encontrados na forma de silicatos, como a caulinita, ou sob a forma de óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de Fe e Al, como a hematita, goethita e gibbsita.

A presença dos metais no solo pode ser explicada em função da litologia e geologia da área, que apresenta ocorrência de minerais como rocha fosfática (apatita), nióbio, terras raras, titânio e vermiculita, entre outros, refletindo nos resultados obtidos.

### Análise da Qualidade da Água

As figuras 5 a 10 ilustram os resultados obtidos (expressos em mg/L) das análises físico-químicas das amostras de águas coletadas nos meses de novembro de 2008 a setembro de 2009. Nessas figuras são apresentados apenas os elementos e compostos (Al, Ba, Pb, Fe, P, Mn e N) que tiveram valores de concentração acima dos estabelecidos na Resolução do Conama 357/05, sendo esta escolhida como padrão de referência para o estudo da qualidade da água da microbacia.

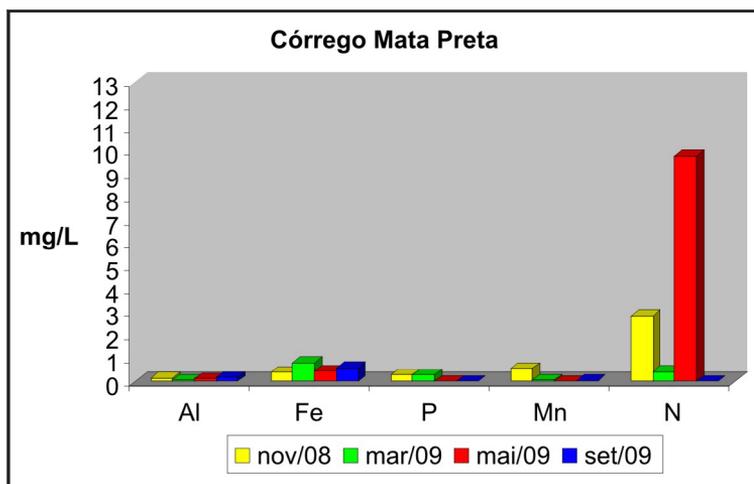


Figura 5. Concentrações de Al, Fe, P, Mn e N durante o monitoramento nos meses de novembro/08, março, maio e setembro de 2009.

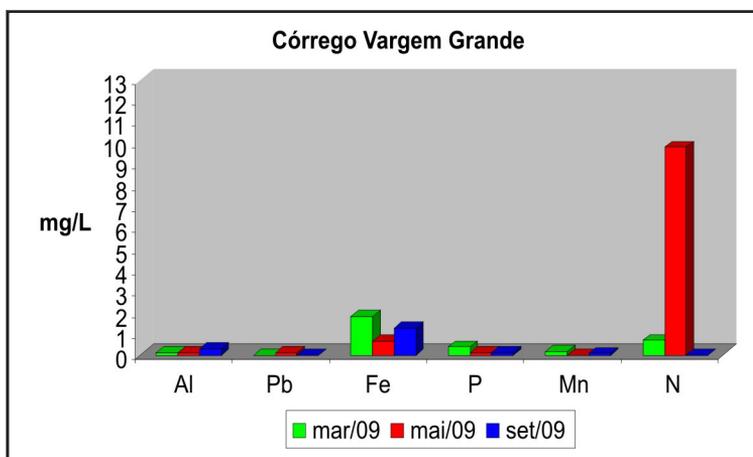


Figura 6. Concentrações de Al, Pb, Fe, P, Mn e N durante o monitoramento nos meses de março, maio e setembro de 2009.

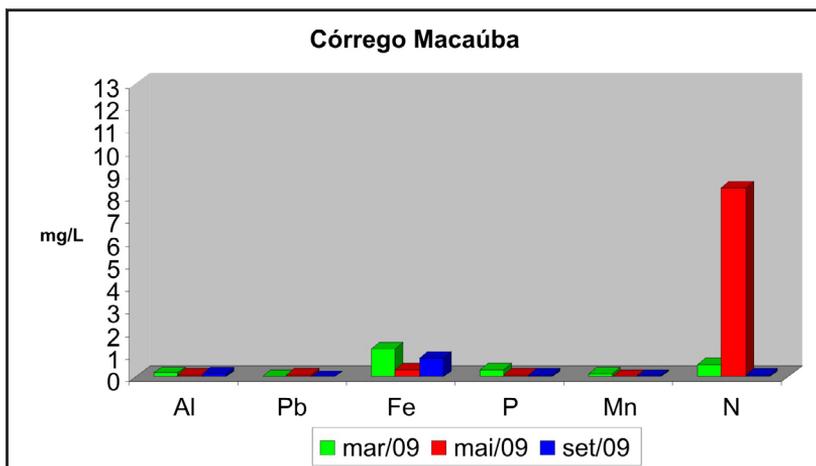


Figura 7. Concentrações de Al, Pb, Fe, P, Mn e N - monitoramento nos meses de novembro/08, março, maio e setembro de 2009.

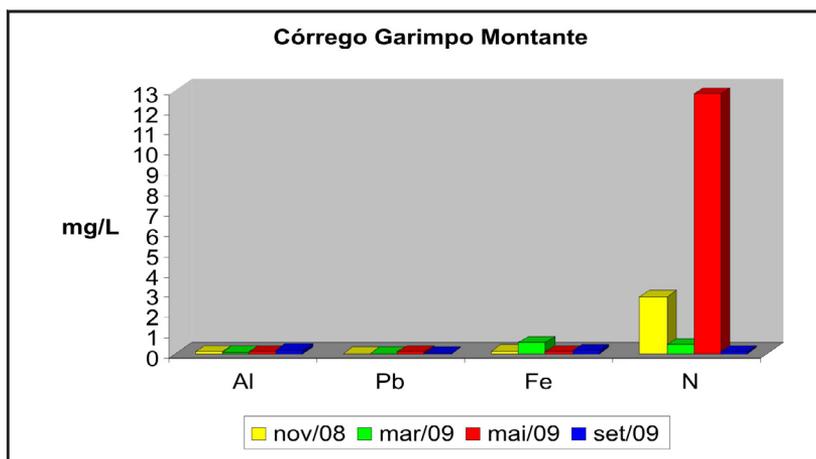


Figura 8. Concentrações de Al, Pb, Fe, e N durante o monitoramento nos meses de novembro/08, março, maio e setembro de 2009.

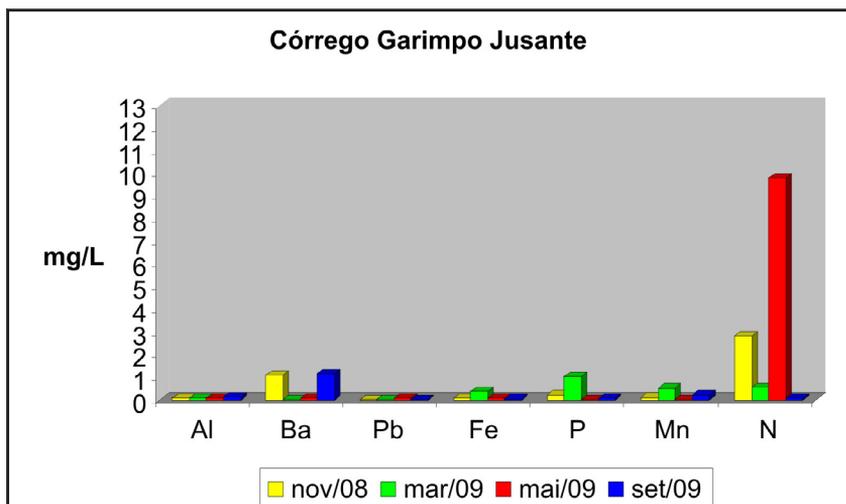


Figura 9. Concentrações de Al, Ba, Pb, Fe, P, Mn e N durante o monitoramento nos meses de novembro/08, março, maio e setembro de 2009.

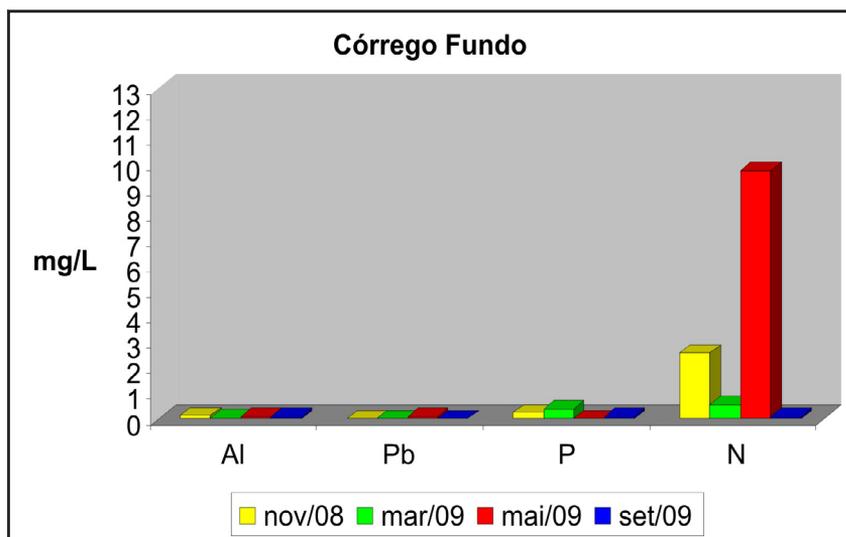


Figura 10. Concentrações de Al, Pb, P, e N durante o monitoramento nos meses de novembro/08, março, maio e setembro de 2009.

Observa-se que em todos os pontos de monitoramento ocorreu a presença de alumínio, ferro, fósforo, manganês e nitrogênio, exceto para o Córrego Garimpo Montante que não foi identificado a presença de fósforo e manganês, e no Córrego Fundo que não foi encontrado ferro e manganês.

Nos pontos de monitoramento nos Córregos Vargem Grande, Macaúba, Garimpo Montante, Garimpo Jusante e Córrego Fundo, foram identificados traços de chumbo e apenas no Córrego Garimpo Jusante a presença de bário. A presença de bário nesse ponto ocorre em função da geologia da região do domo, visto que a água coletada é oriunda das minas de rocha fosfática e nióbio.

Os resultados apresentados nas figuras 5 a 10 destacam que para o nitrogênio (N) as coletas de água realizadas no mês de maio foram as que obtiveram maiores valores, ultrapassando inclusive o valor máximo permitido pela legislação (CONAMA 357/05) que é de 3,7 mg/L.

Os maiores valores de Fe foram encontrados nos Córregos Mata Preta, Vargem Grande e Macaúba sendo, respectivamente, 0,83 mg/L, 1,85 mg/L e 1,25 mg/L. A resolução CONAMA permite no máximo 0,30 mg/L. Observa-se, na figura 1, que esses três córregos estão próximos entre si. Para os demais córregos, a quantidade de Fe está dentro do limite permitido pelo CONAMA.

Na maioria das amostras de água, o elemento P apresentou concentrações da ordem de três a dez vezes maiores do que é permitido pela Legislação, que é 0,1 mg/L.

Para as amostras de água analisadas, as concentrações de alumínio e chumbo foram praticamente constantes, sendo menor que 0,29 mg/L e 0,10 mg/L, respectivamente. Conforme a *Resolução Conama 357/05*, os valores permitidos para esses elementos são 0,10 mg/L para o Al e 0,01 mg/L para o Pb.

Resende (2002) explica que a presença de nutrientes na água é parte dos ciclos normais da natureza e para a maioria dos nutrientes vegetais não têm sido relatados problemas em relação a níveis excessivos. O problema da contaminação fica restrito a alguns micronutrientes e, principalmente, ao N e P. A demanda de nitrogênio pelas culturas é muito elevada e, em geral, o nutriente é aplicado em grandes quantidades na adubação, aumentando a possibilidade de fornecimento excessivo ou inadequado de N, causando a alteração da qualidade da água dos mananciais.

Os micronutrientes como o Zn, Cu e Mn, em situações específicas de certas atividades agrícolas e industriais, podem concentrar ou acumular no solo e eventualmente atingir a água. Como esses metais têm menor mobilidade no solo, a ocorrência de contaminação mais provável seria por meio de processos erosivos, favorecendo o escoamento superficial da água. Da mesma forma ocorre para a contaminação das águas através de P.

Para a alteração dos metais Fe e Al, podem-se considerar a constituição físico-química dos Latossolos, onde houve a ocorrência em todos os pontos de monitoramento.

Conforme citado anteriormente, a área da pesquisa é expressamente ocupada por atividade agropecuária. Além das características físico-químicas do solo que pode interferir na qualidade da água, a agricultura também contribui para a degradação dos mananciais.

Outro fator que pode contribuir para a contaminação de águas são os metais que estão ligados nas estruturas trocáveis dos sedimentos. Esses metais podem ser liberados para o meio aquoso devido a alterações do meio, como atividades antropogênicas, como por exemplo, mineração, aplicação de fertilizantes e pesticidas, entre outros. Dessa forma, existe a possibilidade do metal depositado no fundo do córrego como sedimento voltar para a fase líquida, contaminando as amostras de água.

## CONCLUSÃO

A maioria das amostras de água apresentou valores de pH entre 6,09 e 7,79 estando de acordo com o previsto pela Resolução. A variação da temperatura foi de 18,4°C a 28,0°C. A condutividade nos pontos de monitoramento variou de 34 a 736 mS/cm.

O estudo desenvolvido na área da microbacia do Córrego Fundo (GO) mostrou que algumas das amostras de águas analisadas não estão em conformidade com o padrão estabelecido pela Resolução Conama 357/05 artigo 15. Os resultados das amostras de água, em sua maioria, demonstram uma correlação direta dos minerais presentes nas amostras de água com a litologia e geologia local e estão concernentes com as atividades antrópicas desenvolvidas na área, indicando acelerado processo de alteração da paisagem.

Os resultados obtidos evidenciaram que a qualidade da água da microbacia do Córrego Fundo, em função da geologia da área, não atende ao padrão estabelecido pelo Conama 357/05, para os elementos de P, Al, Mn, Fe, Pb, N e Ba, portanto, é necessário continuar o seu monitoramento por um período maior para definir a caracterização da qualidade da mesma, bem como o seu enquadramento na Resolução do Conama.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio fornecido pelo Laboratório de Química da Superintendência de Geologia e Mineração, Secretaria Executiva do FUNMINERAL do Estado de Goiás.

## REFERÊNCIAS

- BERTRAND, G. C. 1968. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 332 p.
- CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 357/2005. 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.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 188 p.
- LIBÂNIO, M. 2008. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2 ed. Campinas: Átomo, 443 p.
- RESENDE, A. V. 2002. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 29 p.
- SANO, S. M. et al. 1998. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: EMBRAPA, 556 p.
- \_\_\_\_\_. 2008. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina, DF: EMBRAPA, 406 p.
- SOTCHAVA, V. B. 1977. **16 métodos em questão**. O estudo de geossistemas. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 51 p.
- ULTRAFERTIL. 2005. **Estudo de Impacto Ambiental da Ampliação do Complexo de Mineração de Catalão, Goiás**. Catalão, GO: Ultrafertil, 284 p.
- VALARELLI, J. V. 1971. **O minério de nióbio, titânio e terras raras Catalão, GO**. Tese (Doutorado em Mineralogia) - Universidade de São Paulo, 104 p.