

Universidade Federal de Juiz de Fora
Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Mestrado em Ecologia

Alex Campos Divino

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE CÓRREGOS
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA**

Juiz de Fora

2012

Alex Campos Divino

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE CÓRREGOS
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aplicada a Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Roberto da Gama Alves

Juiz de Fora

2012

Alex Campos Divino

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE CÓRREGOS
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aplicada a Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto da Gama Alves (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Celso Bandeira de Melo Ribeiro
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marcelo Henrique Otenio
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Divino, Alex Campos.

Caracterização ambiental e da qualidade das águas de córregos em fragmentos de mata atlântica / Alex Campos Divino – 2012.
73 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia)—Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

1. Qualidade da água 2. Potencial poluidor. I. Título.

CDU 628.1:543.3

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter chegado até aqui e cumprido mais esta etapa.

A minha família e meus pais, *José Maria e Nilza Campos*, em especial meu *Pai* que sempre acreditou em mim e me deu todo apoio para que Eu pudesse ser o que sou e ter chegado até aqui.

Amo o Sr. meu *Pai*!

Ao Professor *Roberto da Gama Alves*, pelos ensinamentos e por ter acreditado em meu potencial e ter me dado à oportunidade de conhecer novos caminhos nas ciências biológicas e utilizá-los para minha valorização profissional e pessoal.

Ao Professor *Ricardo Tavares Zaidan*, pelos ensinamentos e companheirismo desde a graduação, contribuições e conselhos para vida e este trabalho.

Ao Professor *Celso Bandeira de Melo Ribeiro*, pelo apoio e conselhos em trabalhos ao qual busquei ajuda e sempre fui otimamente recebido e incentivado a me dedicar nos estudos.

Ao Professor *Marcelo Henrique Otenio*, pelo aceite em participar da banca e poder contribuir para este trabalho.

A todos os professores, funcionários e colegas do PGECOL ao qual contribuíram para meus ensinamentos e formação acadêmica. Em especial aos responsáveis pelo LEA e ao técnico *Gladson* pelo apoio nas análises.

Aos colegas e parceiros de laboratório e campo *Lidimara, Luciana, Beatriz, Marcos, Felipe, Caio* e outros pela amizade, ensinamentos e apoio para que este trabalho fosse realizado.

Aos Professores do *LEES*, *Luiz* e *Alfredo* pelos ensinamentos em estatística e apoio no meu caminhar acadêmico e grandes parceiros *Ricardo* e *Leonardo*, pelos apoios e ajudas concedidas.

A minha namorada *Lú* pela paciência e apoio.....obrigado!

À *CAPES* pelo apoio com a bolsa concedida.

RESUMO

A presente dissertação foi dividida em duas partes, sendo a primeira uma caracterização ambiental realizada em maio de 2010, de três córregos de primeira ordem, denominados de A, B e C, localizados na propriedade particular da Fazenda Floresta em meio à vegetação típica do bioma Mata Atlântica, área rural do município de Juiz de Fora. Em cada córrego foram selecionados três trechos (I, II, III) nos quais foram tomadas medidas de variáveis ambientais em tréplica, utilizando-se o valor médio para análise dos dados. A composição granulométrica e a concentração de matéria orgânica (MO) do sedimento de cada trecho, também foram analisadas. Para se avaliar as condições ambientais dos córregos e do seu entorno utilizou-se o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR). As águas de cada trecho foram comparadas com parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 e CETESB, 2007. O teste paramétrico ANOVA (um critério) foi utilizado para testar a existência de diferença significativa dos valores das variáveis ambientais e do PAR entre os córregos. Para verificar a similaridade entre os trechos de cada córrego e entre os três córregos estudados utilizou-se a análise de agrupamento (UPGMA) pela distância euclidiana. Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para verificar quais variáveis abióticas melhor explicaram a variabilidade dos dados e sua correlação com os trechos. De maneira geral as variáveis ambientais e o PAR apresentaram estar de acordo com os termos de referência para classificação da qualidade das águas, evidenciando que os ambientes estudados estão preservados, são similares entre si e refletem a relação com o entorno. A segunda parte teve como objetivo avaliar a qualidade da água do principal córrego da sub-bacia hidrográfica Marmelos. O estudo foi realizado em maio de 2011, em seis trechos, de montante à jusante no perfil longitudinal do córrego, localizados no município de Chácara-MG (trechos I e II) e Juiz de Fora-MG (trechos III, IV, V e VI). Foram obtidos dados sobre parâmetros fisiográficos e variáveis ambientais da sub-bacia e coletados os macroinvertebrados bentônicos, os quais foram separados em morfotipos, para auxiliar na avaliação da qualidade dos ambientes por meio do Índice de Comparação Sequencial (ICS). Também se utilizou da composição granulométrica do sedimento e concentração da matéria orgânica, aplicação do PAR e comparação com referências da CONAMA 357/2005 e CETESB, 2007. Foi estimado também o potencial poluidor (poluição difusa) em função de classes de uso e cobertura da terra e o potencial poluidor por indivíduos (poluição pontual) em função da contribuição por cargas de nutrientes, como fósforo (P) e nitrogênio (N). As mesmas análises dos dados utilizadas na primeira parte foram abordadas nesta segunda, exceto PCA. Foi adicionado o Índice de Comparação Sequencial (ICS) e aplicada uma regressão linear para avaliar correlações entre as variáveis nitrogênio total (Nt), fósforo total (Pt) com ICS. Os resultados demonstraram que as variáveis analisadas em geral estiveram de acordo com os termos de referência, estando apenas as concentrações Nt e Pt não condizentes com tais termos, provavelmente em função do uso e ocupação da terra em torno dos trechos.

Palavras-chave: Condições ambientais. Qualidade das águas. Potencial poluidor.

ABSTRACT

This dissertation is divided into two parts, the first being an environmental characterization carried out in May 2010, three first-order streams, named A, B and C, located on privately owned Forest Farm amid the typical vegetation of the Atlantic Forest biome, a rural area of the city of Juiz de Fora. Were selected in each stream three stretches (I, II, III) in which measures have been taken in rejoinder variables environmental, using the average value for data analysis. The particle size distribution and concentration of organic matter (OM) of sediment from each section were also analyzed. To evaluate the environmental conditions of streams and its surroundings used the Rapid Assessment Protocol (RAP). The waters of each section were compared with parameters established by CONAMA Resolution 357/2005 and CETESB, 2007. The ANOVA parametric test (one way) was used to test for significant differences in the values of environmental variables and RAP among streams. To check the similarity between the sections of each stream and between the three streams studied used the cluster analysis (UPGMA) by Euclidean distance. Principal Component Analysis (PCA) was used to determine abiotic variables which best explained the variability of the data and its correlation with the stretches. Overall environmental variables and RAP presented comply with the terms of reference for classification of water quality, showing that the environments are preserved, are similar and reflect the relationship with the environment. The second part aimed to evaluate the water quality of the main stream of the sub-basin Quinces. The study was conducted in May 2011, in six parts, from upstream to downstream in the longitudinal profile of the stream, located in the municipality of Finchley, MG (stretches I and II) and Juiz de Fora-MG (stretches III, IV, V and VI). We obtained data on physiographic parameters and environmental variables in the sub-basin and the collected benthic macroinvertebrates, which were separated into morphotypes, to help assess the quality of the environment through the Sequential Comparison Index (SCI). Also used granulometric composition of sediment and concentration of organic matter, implementation of PAR and compared with references of CONAMA 357/2005 and CETESB, 2007. Were also estimated potential pollution (diffuse pollution) due to use classes and land cover and potential polluter by individuals (point source pollution) according to the contribution by loads of nutrients such as phosphorus (P) and nitrogen (N). The same analyzes of the data used in the first part were addressed on Monday, except PCA. Was added to the Sequential Comparison Index (SCI) and applied a linear regression to assess correlations between variables total nitrogen (Nt), total phosphorus (Pt) with SCI. The results showed that the variables were generally in accordance with the terms of reference, being only Nt and Pt concentrations inconsistent with these terms, probably due to the use and occupation of the land around the passages.

Keywords: Environmental conditions. Water quality. Pollution potential.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa com a localização da sub-bacia Marmelos e dos córregos A, B e C.....	14
Figura 2: Análise de agrupamento dos trechos amostrais AI, AII, AIII; BI, BII, BII; CI CII e CIII com base no resultado do PAR dos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta área rural do município de Juiz de Fora – MG.....	20
Figura 3: Análise dos Componentes Principais das variáveis abióticas dos trechos amostrais I, II e III, nos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta área rural do município de Juiz de Fora – MG. Larg – largura do canal; Prof – profundidade da coluna d’água; Vel – velocidade superficial da água; Temp – temperatura da água; OD – oxigênio dissolvido; pH – potencial hidrogeniônico; Nt – nitrogênio total; Pt – fósforo total; Cond – condutividade elétrica; Turb – turbidez; AG – areia grossa; AM – areia média; AF – areia fina; SA – silte argila; MO – matéria orgânica.....	21
Figura 4: Mapa representando os encartes de localização da área e a sub-bacia a qual o córrego Marmelos e os trechos estudados estão inseridos.....	35
Figura 5: Análise de agrupamento dos trechos amostrais I, II, III, IV, V e VI pelo resultado do PAR no córrego Marmelos, localizado na zona rural do município de Chácara e região sudeste da cidade sede do município de Juiz de Fora – MG.....	45
Figura 6: Regressão linear entre as variáveis Nt - Nitrogênio total; ICS - Índice de Comparação Sequencial, analisadas nos trechos amostrais I, II, III, IV, V e VI no córrego Marmelos.....	47
Figura 7: Regressão linear entre as variáveis Pt - Fósforo total; ICS - Índice de Comparação Sequencial, analisadas nos trechos amostrais I, II, III, IV, V e VI no córrego Marmelos.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características físicas dos trechos I, II, III dos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta, área rural do município de Juiz de Fora – MG.....	18
Tabela 2: Valores das variáveis abióticas dos trechos I, II, III dos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta, área rural do município de Juiz de Fora – MG.....	18
Tabela 3: Resultado da análise granulométrica do sedimento e matéria orgânica representada em (%) pela diferença de peso após calcinação, dos três trechos de cada córrego A, B e C situados na Fazenda Floresta.....	19
Tabela 4: Ponderação das classes de uso e cobertura da terra da sub-bacia hidrográfica e a contribuição destas para geração e transporte de poluentes aos corpos d'água e ao córrego Marmelos.....	38
Tabela 5: Índice de Comunidade Bentônica para rios (ICB rio) segundo CESTESB, (2007).....	42
Tabela 6: Caracterização dos trechos de amostragem do córrego Marmelos localizado na zona rural do município de Chácara e região sudeste do município de Juiz de Fora – MG.....	43
Tabela 7: Valores das variáveis abióticas dos trechos analisados do córrego Marmelos localizado na zona rural do município de Chácara e região sudeste do município de Juiz de Fora – MG.....	44
Tabela 8: Resultado da análise granulométrica do sedimento e matéria orgânica representada em (%) dos trechos do córrego Marmelos.....	44
Tabela 9: Resultado do Índice de Comparação Seqüencial (ICS) dos trechos analisados no córrego Marmelos Juiz de Fora – MG.....	46
Tabela 10. Potencial poluidor estimado para sub-bacia do Córrego Marmelos por classe em função do uso e ocupação da terra, área ocupada em Km ² e seu nível de contribuição classificado.....	46
Tabela 11: Estimativa de carga de nutrientes (P e N total) nos trechos analisados e seu acumulado em função da população e contribuição desta por área para a sub-bacia do córrego Marmelos.....	47

SUMÁRIO

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE CÓRREGOS DE PRIMEIRA ORDEM EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA - JUIZ DE FORA – MG.....	11
1 – INTRODUÇÃO.....	11
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 - Área de estudo.....	13
2.2 - Variáveis ambientais.....	13
2.3 - Análise de dados.....	15
3 – RESULTADOS.....	17
4 - DISCUSSÃO.....	22
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MARMELOS - JUIZ DE FORA- MG.....	32
6 – INTRODUÇÃO.....	32
7 - MATERIAL E MÉTODOS.....	35
7.1 - Área de estudo.....	35
7.2 - Variáveis ambientais.....	36
7.3 – Variável biótica.....	40
7.4 - Análise de dados.....	40
8 – RESULTADOS.....	43
9– DISCUSSÃO.....	49
10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXOS.....	65

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE CÓRREGOS DE PRIMEIRA ORDEM EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA - JUIZ DE FORA - MG

1. INTRODUÇÃO

A avaliação por meio de métodos físicos, químicos e biológicos tem sido amplamente utilizada em programas de monitoramento e gestão da qualidade e integridade de ambientes aquáticos (KARR, 1999; LINKE et al., 2005). Características físico-químicas, biológicas e hidrológicas em qualquer ponto de um córrego, podem refletir influências relacionadas ao clima, geologia e geomorfologia da região (MORTATTI & PROBST, 1998).

Os materiais contidos nos fluxos de ambientes lóticos podem ser de várias origens, tamanhos e formas, sendo a maior parte proveniente da ação erosiva da água sobre as rochas e sedimentos (CALLISTO & ESTEVES, 1996). Segundo CRISTOFOLETTI (1981), vários fatores podem influenciar na origem destes materiais e nas condições físico-químicas da água, como o regime pluvial, as diferentes estruturas geológicas, as condições topográficas e a cobertura vegetal.

Córregos de primeira ordem, com características naturais preservadas, possuem sensibilidade e resiliência que permitem com certa facilidade detectar alterações ambientais, além de servirem de modelos de prognósticos de possíveis mudanças diagnosticadas em sistemas alterados (LENCIONNE et al., 2004). O estudo das condições naturais desses ambientes reveste-se de grande importância, pois permite obter informações que servem como parâmetros de referência para a avaliação de diferentes tipos e intensidade de impactos para o delineamento de propostas de manejo e conservação.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma caracterização ambiental de córregos de primeira ordem, localizados em fragmentos de Mata Atlântica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende três trechos (I, II e III) entre as extremidades selecionadas, de três córregos aqui denominados de A, B e C localizados na propriedade particular da Fazenda Floresta (Figura 1) em meio à vegetação típica do bioma Mata Atlântica em estágio de regeneração secundária (SOUSA, 2008). Os limites da Fazenda estão inseridos na área rural do município de Juiz de Fora – MG, entre as coordenadas geográficas $43^{\circ}16'30''\text{W}$ / $21^{\circ}43'30''\text{S}$ com clima tropical de altitude do tipo Cwa (mesotérmico com verão quente e chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen, com altitude em torno de 850m (PDDU/PJF, 2004).

2.2 Variáveis ambientais

Os experimentos de campo foram realizados em maio de 2010. Os trechos estudados foram classificados como de primeira ordem segundo Strahler (1957), caracterizando-se pela presença de vegetação ripária em bom estado de preservação, com uso e ocupação da terra no entorno predominante de pastos e floresta (SOUSA, 2008). Sem erosão nas margens, sendo observado apenas a formação do canal pelo fluxo de água. Em cada trecho dos córregos (Anexo I) foram tomadas medidas em tréplica e utilizado o valor médio para largura e profundidade com o uso de trena e régua, velocidade do fluxo de água na superfície pelo método do flutuador (MARTINELLI & KRUSCHE, 2007; GALDEAN, et al., 2000). Informações da localização geográfica e altitude, foram obtidas com auxílio de aparelho GPS, declividade expressa em porcentagem, extraída de cartas topográficas e

imagens de satélite, por auxílio de programa de geoprocessamento, ArcGIS 8.1(ESRI, 2001).

Um multianalisador digital Horiba (U-10) foi utilizado para medir *in situ* o potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), temperatura da água, turbidez e o teor oxigênio dissolvido (OD), para o qual foi utilizado um oxímetro digital HANNA (MO-880) por leitura direta, sendo medidas em tréplica e utilizado o valor médio. Análises de nitrogênio e fósforo total das amostras de água obtidas em cada trecho foram realizadas no laboratório de Ecologia Aquática da UFJF, seguindo as recomendações de MACKERETH et al. (1978), (GOLTERMAN et al., 1978; VALDERRAMA, J. C., 1981).

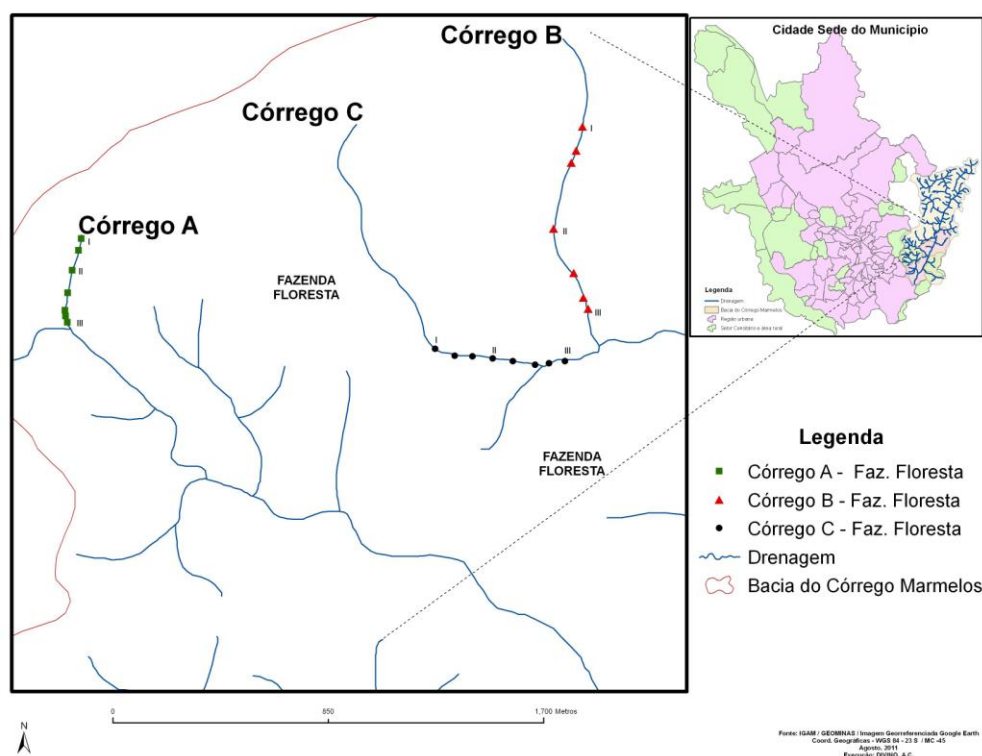


Figura 1: Mapa com a localização da sub-bacia Marmelos e dos córregos A, B e C.

A caracterização da composição granulométrica de amostras de sedimento de cada trecho dos três córregos foi realizada segundo norma técnica NBR 7181/82 (ABNT, 1982).

O percentual de matéria orgânica nas amostras foi obtido pelo processo de calcinação em mufla a 550° C por 4 horas através da diferença de peso antes e depois da queima (SUGUIO, 1973).

Para avaliar as condições ambientais dos córregos estudados e do seu entorno, foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitats (PAR), adaptado por CALLISTO et al. (2002), ao longo de cada trecho selecionado.

A resolução CONAMA 357/2005 e os valores estabelecidos pela CETESB (2007) para pH, foram utilizadas para comparação dos trechos analisados de acordo com determinada classe em função de suas características ambientais e variáveis abióticas estudadas, sendo: temperatura, profundidade, velocidade superficial da água, pH, Nt, Pt, condutividade elétrica e turbidez.

2.3 Análise de dados

O teste estatístico Shapiro–Wilk foi calculado para verificar a normalidade dos dados ($p > 0,05$). Para testar a existência de diferença significativa dos valores das variáveis abióticas e dos valores adquiridos pelo protocolo entre os trechos de cada córrego e entre os córregos, aplicou-se o teste paramétrico ANOVA (um critério). Para verificar a similaridade entre os trechos de cada córrego e entre os três córregos estudados, com base nos resultados do PAR, foi realizada análise de agrupamento (UPGMA) utilizando-se o coeficiente de distância euclidiana. Análise de Componentes Principais (PCA) através de coeficiente r de Pearson (JORDÃO et al., 2007), foi utilizada para verificar quais variáveis abióticas melhor explicaram a variabilidade dos dados, correlacionar e ordenar os locais

estudados. Os valores das variáveis ambientais, exceto pH foram logaritmizados ($\log_{10} x+1$) para minimizar o efeito de valores discrepantes (BERNARDINI, 2001; MINGOTI, 2005).

Os dados foram analisados nos programas estatísticos MVSP 3.1, Past 2.11 (HAMMER et al., 2001) e Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

3. RESULTADOS

Os córregos A, B e C são classificados como de primeira ordem, estando os córregos A entre 833 a 898m, B entre 769 a 852m e C entre 813 a 855 de altitude, com declividade média para A de 19,01%, B de 28,62% e C de 11,96% respectivamente. Sendo seus trechos de modo geral estreitos (0,68-1,59m), com águas rasas (0,8-0,18m) e velocidade de fluxo superficial baixa (0,22-0,48m/s) (Tabela 1). O leito dos córregos é arenoso, com pedras de distintos tamanhos, alguns trechos com afloramento de rochas, presença de folhas e troncos dispersos.

Em média, nos córregos estudados a temperatura da água esteve entre 17,8-18,6°C, com águas transparentes e bem oxigenadas (9,9-11,8mg/L), potencial hidrogeniônico (pH) entre 7,52-8,45. A concentração de nitrogênio total (Nt) variou entre 274,30-530,10µg/L e a do fósforo total (Pt) entre 17,62-135,36µg/L, condutividade elétrica (CE) de 14,1-29,2µS/cm e turbidez em torno de 5,2-6,8UNT (Tabela 2).

Os resultados dessas variáveis não indicaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os córregos, porém as variáveis referentes à granulometria: areia fina (AF) ($F=5,41$; $p=0,04$), silte-argila (SA) ($F=120,65$; $p=0,00$) e matéria orgânica (MO) ($F=16,07$; $p=0,00$) diferiram significativamente.

Tabela 1: Características físicas dos trechos I, II, III dos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta, área rural do município de Juiz de Fora – MG.

		Altitude (média) *NMM (m)	Coordenadas Geográficas	Largura (média) do canal (m)	Profundidade (média) da coluna d'água (m)	Velocidade (média) superficial da água (m/s)
Córrego A	Trecho I	898	43°32'45'' E 21°52'32'' N	0,68	0,8	0,26
	Trecho II	867	43°17'58'' E 21°44'9'' N	1,43	0,11	0,36
	Trecho III	833	43°17'58'' E 21°44'11'' N	1,59	0,9	0,28
Córrego B	Trecho I	852	43°17'28'' E 21°43'59'' N	0,97	0,9	0,24
	Trecho II	805	43°17'25'' E 21°44'4'' N	1,15	0,23	0,44
	Trecho III	769	43°17'22'' E 21°44'6'' N	1,52	0,13	0,39
Córrego C	Trecho I	855	43°17'33'' E 21°44'9'' N	1,19	0,12	0,22
	Trecho II	829	43°17'28'' E 21°51'58'' N	1,53	0,14	0,48
	Trecho III	816	43° 17'31'' E 21°44'17'' N	1,46	0,18	0,46

*NMM – Nível Médio dos Mares

Tabela 2: Valores das variáveis abióticas dos trechos I, II, III dos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta, área rural do município de Juiz de Fora – MG.

		Temperatura da água (°C)	Oxigênio dissolvido (O ₂) µg/L	pH	N total (µg/L)	P total (µg/L)	Condutividade elétrica (µS/cm)	Turbidez (UNT)
Córrego A	Trecho I	18,4	9,9	7,93	291,80	33,28	29,2	6,3
	Trecho II	18,6	11,7	7,88	298,70	17,62	20,2	6,8
	Trecho III	18,5	10,8	8,9	530,10	61,84	14,1	5,7
Córrego B	Trecho I	18,2	11,8	7,52	274,30	42,23	16,1	6,2
	Trecho II	18,1	10,9	8,45	459,40	101,56	18,4	5,7
	Trecho III	18,6	10,51	8,41	291,10	135,36	15,3	6,8
Córrego C	Trecho I	17,8	9,9	7,93	287,38	32,17	29,1	5,2
	Trecho II	18,5	11,7	7,87	292,40	21,13	20,4	5,9
	Trecho III	18,2	10,8	8,9	436,35	48,58	14,7	6,8

A composição granulométrica (Tabela 3) foi predominada por partículas de tamanhos entre 2mm e 0,250mm ao longo dos trechos de cada córrego. A porcentagem de MO esteve entre 1,18-21,24% em relação ao peso das amostras de cada trecho.

Tabela 3: Resultado da análise granulométrica e matéria orgânica do sedimento (%) dos três trechos de cada córrego A, B e C situados na Fazenda Floresta.

	Abertura das peneiras (mm)	(%) Areia Grossa (AG)		(%) Areia Média (AM)	(%) Areia Fina (AF)	(%) Silte-Argila	(%) Matéria Orgânica (MO)
		2	1	0,250	0,106	≤ 0,053	
Córrego A	Trecho I	47,04		44,61	6,48	1,87	19,21
	Trecho II	29,71		55,37	12,79	2,13	21,24
	Trecho III	52,65		33,38	12,11	1,86	11,66
Córrego B	Trecho I	52,93		41,19	5,06	0,82	2,71
	Trecho II	55,15		40,14	3,77	0,94	2,95
	Trecho III	54,01		38,74	7,13	0,92	3,82
Córrego C	Trecho I	48,01		42,29	8,69	0,83	1,18
	Trecho II	52,98		32,48	14,09	0,90	3,75
	Trecho III	39,07		41,92	17,89	0,94	3,89

O Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitats (PAR) demonstrou similaridade ($P > 0,05$) entre os trechos dos três córregos. Baseado nos parâmetros do PAR o valor da pontuação final dos trechos dos córregos A (88-82), B (92-76) e C (91-78) permitiram caracterizá-los como naturais. A análise de agrupamento (correlação cofenética = 0,932) indicou a formação de três grupos principais, havendo similaridade entre os córregos (Figura 2).

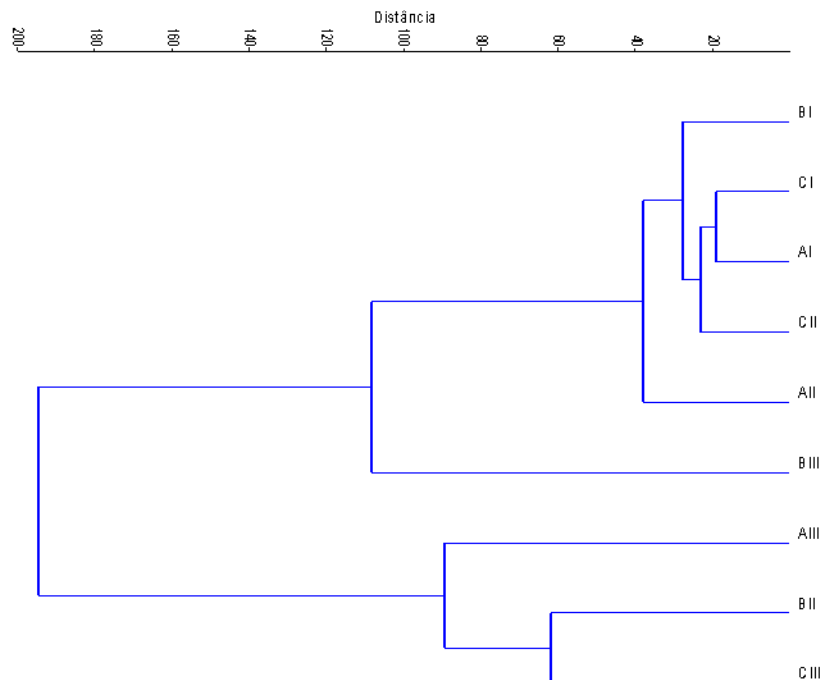


Figura 2: Análise de agrupamento dos trechos amostrais AI, AII, AIII; BI, BII, BIII; CI, CII e CIII com base no resultado do PAR dos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta área rural do município de Juiz de Fora – MG.

A análise de componentes principais (PCA) mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 67,15% da variabilidade dos resultados, o primeiro componente explicou 36,37% e o segundo componente 30,78%. Das variáveis analisadas na PCA, pH, Pt, Nt, OD, temperatura, velocidade superficial, largura, turbidez, areia grossa (AG) e areia fina (AF) estiveram associadas positivamente ao primeiro eixo. A profundidade, MO e silte argila (SA) estiveram associadas positivamente ao eixo II e areia média (AM) e CE negativamente (Figura 3).

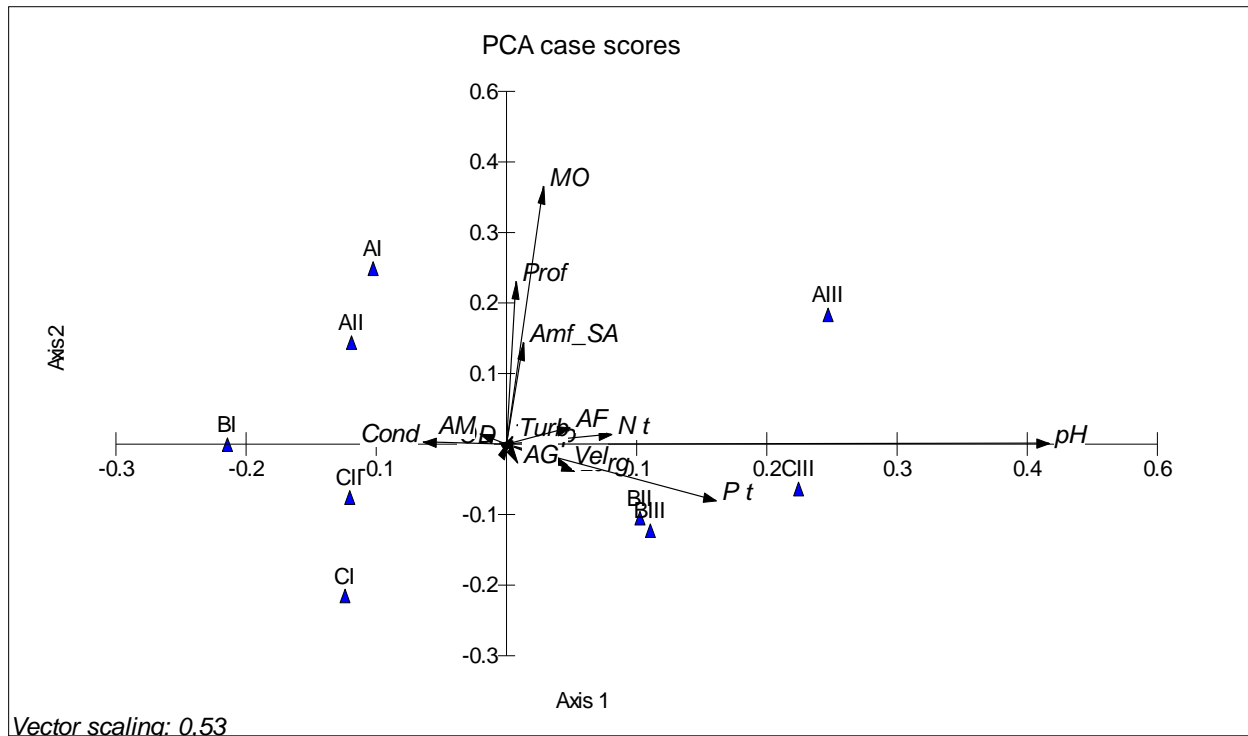


Figura 3: Análise dos Componentes Principais das variáveis abióticas dos trechos amostrais I, II e III, nos córregos A, B e C localizados na Fazenda Floresta área rural do município de Juiz de Fora – MG. **Larg** – largura do canal; **Prof** – profundidade da coluna d’água; **Vel** – velocidade superficial da água; **Temp** – temperatura da água; **OD** – oxigênio dissolvido; **pH** – potencial hidrogeniônico; **Nt** – nitrogênio total; **Pt** – fosforo total; **Cond** – condutividade elétrica; **Turb** – turbidez; **AG** – areia grossa; **AM** – areia média; **AF** – areia fina; **SA** – silte argila; **MO** – matéria orgânica.

4. DISCUSSÃO

Rios e córregos são sistemas abertos com constante inter-relação com o ambiente terrestre do entorno, o qual exerce forte influência sobre estes sistemas, especialmente a vegetação ciliar que regula a entrada de luz, a temperatura da água e a entrada de material alóctone, os quais influenciam na concentração de íons, material orgânico particulado e nutrientes dissolvido (ALAN, 2004; TUNDISI, 2000). No presente estudo, a presença da mata ciliar bem preservada e as características físicas semelhantes dos córregos estudados, podem ter sido fatores que determinaram a similaridade nos valores das variáveis físicas e químicas da água destes ambientes (SOUZA & NUNES, 2008).

Os valores de temperatura da água apresentaram-se próximos entre os trechos dos córregos A, B e C, mesmo quando medidas em horários e dias distintos, indicando que a cobertura vegetal minimiza a variação da temperatura da água, corroborando com estudos de Tundisi et al. (1995) e Rosa et al. (2010).

A concentração de OD variou em torno de 10,90mg/l para os três córregos, permitindo classificá-los de acordo com a resolução CONAMA 357/2005, que faz referência a concentração desta variável, em águas de classe 1. Entretanto, ao considerarmos as concentrações de OD igual a 9,9mg/l, dos trechos AI e CI, localizados em áreas de baixo fluxo de água, estes trechos estariam de acordo com os padrões da classe 2.

O oxigênio dissolvido é essencial para a comunidade aquática e constitui uma das principais variáveis para a caracterização da qualidade em ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998 e JORDÃO et al. 2007). Esta variável é normalmente associada à temperatura, concentração de MO e fluxo de água. Os valores obtidos no presente estudo

foram similares aos de córregos rasos de baixa ordem presentes em áreas florestadas estudados por Santos, et al., (2007); Silveira, (2004).

De acordo com os valores das variáveis analisadas (temperatura, OD, Nt, Pt, condutividade e turbidez) córregos tropicais em ambientes com características naturais, o pH tenderia a ser ácido, segundo estudos de Barreto (1999), Esteves (1998) e Golterman et al. (1978). Porém os valores de pH neste estudo indicaram águas básicas (média de 8,19), enquadrando os córregos na classe 1 segundo resolução CONAMA 357/2005.

Normalmente em ambientes aquáticos lóticos o valor de pH tende a ser ácido, porém mesmo não tendo sido analisado a presença de macroalgas na água, que retiram o gás carbônico para fotossíntese, estas podem ter sido responsáveis pela elevação dos valores de pH para básico, como ressalta Whitton & Root (1995); Santos (1993) e Sheath & Cole (1992) em trabalhos de caracterização de ambientes aquáticos lóticos, além do possível aporte de carbonatos em função da formação geológica da região ser de rochas sedimentares (ROCHA, 2008).

Os trechos AIII, BII e CIII apresentaram as maiores concentrações de Nt e Pt enquadrando os córregos, por estes valores analisados segundo a resolução CONAMA 357/2005, como águas de classe 2. As concentrações mais elevadas de Nt e Pt podem estar relacionadas a maior entrada de matéria orgânica nestes trechos pela decomposição natural do material vegetal alóctone, somado as rochas sedimentares (quartzitos) encontradas no leito e entorno dos córregos, podendo liberar fosfato ao sofrer intemperismo e ser depositado no sedimento, em função da baixa declividade e baixa velocidade superficial da água (ESTEVES, 1998; SANTOS et al., 2007).

A condutividade elétrica nos trechos dos três córregos foi baixa e segundo CAMARGO et al. (1996) pode ser influenciada por fatores fisiográficos como litologia, relevo, vegetação e ocupação antrópica. Esta variável se refere ao total de íons dissolvidos na água e quanto maior sua concentração, maior a condutividade (ALLAN, 2004). Segundo Tundisi (2000) a condutividade em águas superficiais de ambientes naturais tropicais de montanha é baixa (águas oligotróficas), pode estar entre 10 e 50 μ S/cm, como os valores registrados para as águas dos córregos estudados. Pelos valores obtidos desta variável, os córregos atendem aos padrões da classe 2 segundo o CONAMA 357/2005 e CETESB (2007).

Os valores de turbidez nos trechos analisados, estiveram abaixo do permitido pela resolução CONAMA 357/2005, que é de 40UNT para águas de classe 1, podendo estar associados à densa vegetação ciliar que evita o carreamento de materiais para a calha do canal e ao tipo de solo da região que é argiloso, caracterizado como firme, compacto e não se desprendendo com facilidade (PJF/PDDU, 2004; ALMEIDA & SCHWARZBOLD, 2003).

A predominância das frações de areia grossa e média nos trechos amostrados nos três córregos demonstra um processo de erosão natural leve e intemperismo físico-químico sofrido pelas rochas (quartzitos) presentes no entorno e dentro da calha dos córregos. Ao se decomporem, essas rochas tendem a formar sedimentos com grãos de textura granular média a grossa em ambientes aquáticos (BICUDO & BICUDO, 2004). Esta granulometria exerce influência sobre os valores encontrados para turbidez, uma vez que partículas mais finas são mais facilmente resuspensas e carreadas para os trechos mais inferiores dos córregos.

A baixa concentração da matéria orgânica (MO) observada para os trechos dos córregos B e C pode estar relacionada à granulometria de grande textura, pois segundo PAZ et al. (2008), partículas de granulometria fina possuem maior capacidade de agregação. O tamanho do grão do sedimento pode influenciar a capacidade do material agregar matéria orgânica, sendo que a área da partícula com potencial de adsorção aumenta significativamente com a diminuição do tamanho (CARVALHO & UIEDA, 2004). As maiores porcentagem de MO nos trechos I ao III do córrego A pode estar associado à granulometria fina do substrato.

Esses resultados são confirmados pela Análise de Componentes Principais (PCA) que mostram associação do córrego A com a maior porcentagem de silte-argila, matéria orgânica e profundidade, sendo inversamente proporcionais à quantidade de areia grossa, areia média e velocidade da água, mais relacionadas aos córregos B, C e ao primeiro componente da PCA. Os sedimentos dos trechos pertencentes aos córregos B e C de modo geral podem ser considerados inorgânicos, pelo teor de MO ser inferior a 10% (ESTEVES, 1998).

As variáveis analisadas, temperatura, OD, pH, Nt, Pt, condutividade e turbidez nos trechos AI e BI não apresentaram diferença significativa. Os trechos BII e BIII, também tiveram valores muito próximos entre suas variáveis, sendo a concentração de Nt mais elevada. Para os trechos AIII e AII, os valores foram semelhantes para as variáveis analisadas, porém com diferença significativa para Nt e Pt. Isto pode indicar que as variáveis relacionadas à Nt e Pt sofrem influência a partir dos trechos à montante dos córregos analisados provavelmente pelo carreamento de nutrientes ao longo do perfil longitudinal e ressuspensão de sedimento pelo fluxo de água, como ressalta Gibson & Meyer (2007) em estudos de ambientes lóticos preservados.

O resultado das variáveis abióticas e do PAR nos trechos dos córregos analisados está de acordo com os termos de referência para classificação da qualidade das águas, segundo resolução CONAMA 357/ 2005, evidenciando que os ambientes estudados estão preservados, são similares entre si e refletem sua relação com o entorno (BARBOUR, et al., 1999; CALLISTO et al., 2002; WETZEL & LIKENS, 2000).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu verificar que os córregos, de maneira geral, não apresentam diferenças em relação às variáveis físico-químicas analisadas, provavelmente devido à fisiografia da paisagem e por estarem bem próximos e sofrerem influência do mesmo ambiente no entorno. Esses fatores demonstram a importância da presença de remanescentes de vegetação ciliar na proteção dos recursos hídricos.

Após análise dos resultados obtidos, pode-se observar que os trechos de cursos d'água estudados apresentam características naturais, estão inseridos em área preservada com condições favoráveis, principalmente pela não ocupação antrópica. Tal observação é reforçada pelos baixos valores de turbidez e condutividade e os baixos teores de nitrogênio e fósforo total. Estes aspectos podem contribuir para uma melhor qualidade de suas águas e da bacia hidrográfica do córrego Marmelos, na qual estão inseridos.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D., **Influence of land use and landscape setting on the ecological status of rivers**. *Limnetica*. 2004.
- ALMEIDA, M. A. B., SCHWARZBOLD, A., **Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS, com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA)**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7181/82. Solo: Análise granulométrica**. Rio de Janeiro. 1982.
- AYRES, M., AYRES, JR., M., AYRES, D.L., SANTOS, A.S. **BioEstat. Versão 5.0**. Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq, Belém, Pará, Brasil. 2007.
- BARBOUR, M.T.; Gerritsen, J.; SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.D. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers. *Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish***. 2^a ed., New York. 1999.
- BERNARDI, J.V.E.; FOWLER, H.G.; LANDIM, P.M.B., Um estudo de impacto ambiental utilizando análises estatísticas espacial e multivariada. *Holos Environmenta*. 2001. In BERNARDI, J. V. E et al. **Aplicação da Análise das Componentes Principais na Ordenação dos Parâmetros Físico-Químicos no Alto Rio Madeira e Afluentes, Amazônia Ocidental**. *Geochimica Brasiliensis*, 2009.
- BICUDO, M. & BICUDO, D.C., **Amostragem em Limnologia**. RiMa, São Carlos. 2004.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M., **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. *Acta Limnologica Brasiliensis*. 2002.
- CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A., **Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural**. (Pará, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensis*. 1996.
- CAMARGO, A. F. M.; FERREIRA, R. A. R.; SCHIAVETTI, A.; BINI, L.A., **Influence of physiography and human activity on limnological characteristics of lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil**. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 8, p. 231-243. 1996.
- CARVALHO, E. M. & UIEDA, V. S. **Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga**. São Paulo, Brasil. *Rev. Brasileira de Biologia*, 21. 2004.
- CHRISTOFOLLETTI, A **Análise de Bacias Hidrográficas**. In: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**.: Edgard Blücher, 2 ed. São Paulo. 1981.

CONAMA, Resolução n° 357. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, Ministério do Meio Ambiente. Brasil. 2005.

ESTEVEES, F. A., **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP. 1998.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R., **Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community** *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, p. 545- 552. 2000.

GIBSON, C.A.; MEYER, J.L. **Nutrient uptake in a large urban river**. *Journal of the American Water Resources Association*. 2007.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAND, M. A., **Methods for physical and chemical analysis of fresh water**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 213p. 1978.

HAMMER, O.; HAPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Update July 2010. Past Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, 4 (1): 9pp. 2001

HORTON, R. E., **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. *Bulletim Geologic Society of America, Colorado*, v.56. 1945.

JORDÃO, C. P.; RIBEIRO, P. R. S.; MATOS, A. T.; FERNANDES, R. B. A., **Aquatic contamination of the Turvo Limpo river basin at the Minas Gerais state, Brazil**. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 18, p. 116-12. 2007.

KARR, J. R., **Defining and measuring river health**. *Fresh water Biology*. 1999.

LINK, B.; GABRIO, T.; ZOELLNER, I.; PIECHOTOWSKI, I.; PAEPKE, O.; HERRMANN, T.; FELDER-KENNEL, A.; MAISNER, M.; SCHICK, K-H.; SCHRIMPF, M.; SCHWENK, M.; WUTHE., **Biomonitoring of persistent organochlorine pesticides, PCDD/PCDFs and dioxin-like PCBs in blood of children from South West Germany (Baden-Wuerttemberg) from 1993 to 2003**. *Chemosphere*. 2005.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. TALLING, J.F. **Water analysis and some revised methods for limnologists**. New York, Freshwater Biological Association. 1978.

MARTINELLI, L.A.; KRUSCHE, A.V., Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Org.). **Amostragem em Limnologia**, 2. São Carlos: Rima, p. 263-279. 2007.

MINGOTI, S. A., **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada**. Minas Gerais: Editora da UFMG. 2005.

MORTATTI, J. & PROBST, J.L., **Hidrogeoquímica de bacias de drenagem**. Piracicaba: CENA. 1998.

NASCIMENTO, V. M. C., **Estudo da carga de nutrientes e da comunidade bentônica do córrego da Barrinha**. São Paulo. UFSC, São Carlos. 2000.

ODUM, E.P. **Ecologia**, Editora Guanabara. Rio de Janeiro. 2007.

PASCOALOTO, D., **Macroalgas bentônicas de ambientes lóticos da bacia de drenagem do Rio Preto**. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Rio Claro. UNESP; ICB, UEP. 1992.

PAZ, A., MORENO, P., ROCHA, L & CALLISTO, M., **Effectiveness of protected areas for the conservation of water quality and freshwater biodiversity in reference sub-basins in das Velhas River**. Neotropical Biology and Conservation. UNISINOS. 2008.

PEREIRA, G. **Efeitos da adição de P e N sobre o crescimento de Egeria najas Planchon (Hydrocharitaceae)**, 2002. in. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: FUNALFA. 2004.

ROCHA, G. C., **Geologia, solos e geomorfologia da reserva biológica Poço D'anta e entorno, Juiz de Fora, MG**. (Relatório de pesquisa), 2008.

ROSA, B. F. J. V., OLIVEIRA, V. C., ALVES, R. G. **Structure and spatial distribution of the Chironomidae community in mesohabitats in a first order stream at the Poço D'Anta Municipal Biological Reserve in Brazil**. Journal of Insect Science: Vol. 11, Article 36, 2010.

SANTOS JR. J. E., STRIEDER M. N., FIORENTIN G. L. , NEISS U. G., **Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de *Chirostilbia pertinax* (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados**. Revista Brasileira de Entomologia 51(1): 62-66, 2007.

SANTOS, M. J., **Estudos limnológicos dos córregos de Água Fria e Água Quente**. São Carlos. Dissertação de Mestrado, EESC / USP. 1993.

SHEATH, R. G & COLE, K. M., **Biogeography of stream macroalgae in north America**. J. Phycal, v. 28. 1992.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. São Paulo: EMBRAPA. 2004.

SOUZA, B.M. (Coord.), **Plano de Manejo da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora - MG**. Arcellor Mital, Juiz de Fora/AGENDA JF/IEF. 2008.

SOUZA, H.M. & NUNES, J.R.S. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do córrego Figueira pertencente à microbacia do Queima Pé de Tangará da Serra-MT**. Revista Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 2, p. 110-124. 2008

STHRALER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Trans. American Geophysical Union, 38: 913-920. 1957.

SUGUIO, K., **Introdução à sedimentologia**. 2ª ed. Edgard Blucher Ltda. EDUSP. 1973.

TUNDISI, J. G., **Diretrizes para o gerenciamento de córregos e lagos**. Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos. 2000.

TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T. & BICUDO, C.E.M., **Limnology in Brazil** Brazilian Academy of Sciences, Brazilian Limnological Society. 1995.

VALDERRAMA, J. C. **The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural water**. Mar. Chem., v.10. 1981.

WETZEL, R. G. & LIKENS, G. E. **Limnological Analyses**. 3ª. Edition. Springer-Verlag, New York. 429 pp. 2000.

WHITTON, B. A & ROOT, E. **Use of algae for monitoring rivers nature II**. Austria. 1995.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MARMELOS - JUIZ DE FORA- MG

6. INTRODUÇÃO

A conservação de rios e seus tributários é um assunto de crescente e fundamental importância no manejo de recursos hídricos em todo o mundo. Os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo uma série de impactos antrópicos que alteram o seu funcionamento (BAPTISTA et al., 2000), leva à perda de qualidade e podem interferir na sustentabilidade de suas comunidades (ALLAN & FLECKER, 1993; KARR, 1999).

O crescente aumento do número de habitantes de uma cidade tem uma relação direta com a degradação dos recursos hídricos, principalmente quando seus efluentes são lançados diretamente nos cursos d'água sem tratamento adequado (LATUF, 2004).

Os estudos que avaliam a relação entre o uso da terra e as propriedades da água levando em conta as características da bacia de drenagem, demonstram haver uma alta correlação entre a distribuição espacial das atividades humanas e ocupação do território, o estado de conservação da cobertura vegetal na bacia com o nível de degradação dos recursos hídricos (THORTON, 1990; KIRA & SAZANAMI, 1995; TUFFORD et al., 1998).

Vários fatores levam à deterioração da água. As fontes de poluição podem ser classificadas em pontuais e difusas. As fontes pontuais corresponderiam aos efluentes domésticos e industriais, e as difusas incluiriam os resíduos advindos principalmente da agricultura (fertilizantes, herbicidas, entre outros). Este tipo de poluição pode ser

intensificado devido à irrigação, à compactação do solo em função da mecanização ou pisoteio de gado, ao desflorestamento (inclusive de mata ciliar), à ausência de práticas conservacionistas do solo, processos erosivos, além da interferência de fatores naturais, como: geologia, geomorfologia, declividade, pedologia, forma e densidade de drenagem da bacia hidrográfica e outros (RANIERI, 1996; DONZELI et al., 1994; PINTO, 1996; ARCEIVALA, 1981).

Algumas características físicas do ambiente, como a composição e forma dos canais, declividade, hidrografia e uso da terra, associadas à densidade demográfica das bacias, podem ser indicadores de qualidade ambiental e influenciar diretamente a composição das comunidades aquáticas e o funcionamento do sistema (PETERS & MEYBECK, 2000; BOLLMANN, 2003).

A qualidade da água é frequentemente determinada através da medição de parâmetros biológicos, físicos e químicos (BAPTISTA et al., 2000). O monitoramento biológico é outro modo de determinar a qualidade da água, geralmente medida pelas alterações estruturais e funcionais das comunidades nos sistemas ecológicos, através de sua diversidade e abundância (SILVEIRA, 2004). Os macroinvertebrados bentônicos, componentes da comunidade biológica de ambientes aquáticos, possuem grande diversidade ecológica, sendo composta por espécies sensíveis e por espécies tolerantes aos diferentes impactos (ROSENBERG & RESH, 1993). As modificações estruturais do habitat e o lançamento de efluentes são fatores que podem afetar diretamente a fauna de macroinvertebrados.

Os ecossistemas aquáticos recebem materiais (sedimento, matéria orgânica, fertilizantes, nutrientes, dentre outros) de toda sua bacia de drenagem, em função das atividades desenvolvidas em sua maioria incorretas, sem controle e manejo (CALLISTO et

al., 2002; GOULART e CALLISTO, 2003). Em decorrência disso, os aspectos hidrológicos, biodiversidade e o funcionamento dos corpos d'água têm sido constantemente ameaçados pelo uso e ocupação da terra no seu entorno (ALLAN et al., 1997; SPONSELLER e BENFIELD, 2001). Esses distúrbios resultam primeiramente na perda de vegetação ripária, facilitando entrada de materiais particulados e reduzindo a qualidade da água pela entrada de nutrientes (HARDING & WINTERBOURN, 1998; SPONSELLER e BENFIELD, 2001).

Tendo em vista a importância ecológica, econômica e social dos ambientes aquáticos continentais, a proteção e manejo correto das bacias de drenagem, podem melhorar as características ecológicas como um todo e favorecer a qualidade e usos múltiplos da água (CALLISTO & MORENO, 2006).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do principal córrego da sub-bacia hidrográfica Marmelos, utilizando parâmetros físico-químicos e biológicos.

7. MATERIAL E MÉTODOS

7.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em maio de 2011, no córrego Marmelos (21°40'34''S/43°14'27''W a 21°47'09''S/43°17'56''W), pertencente à sub-bacia hidrográfica de Marmelos (a qual deságua no rio Paraibuna), apresenta uma extensão de aproximadamente 11.3 km, com trechos localizados no município de Chácara (I e II) e Juiz de Fora (III, IV, V e VI). A área total ocupada por esta sub-bacia é de aproximadamente 49.583Km², sendo 6.763Km² pertencente à Chácara e 42.820Km² à Juiz de Fora (Figura 4). De acordo com a classificação de Koppen, a região possui clima tropical de altitude do tipo Cwa (mesotérmico com verão quente e chuvoso), apresentando altitude em torno de 850m (PJF/PDDU, 2004).

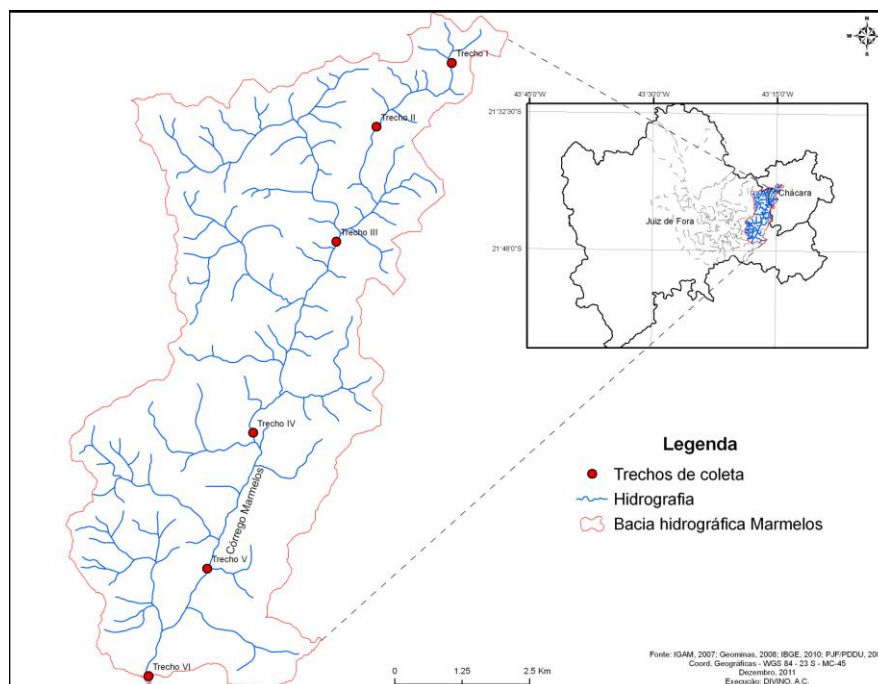


Figura 4: Mapa representando os encartes de localização da área e a sub-bacia a qual o córrego Marmelos e os trechos estudados estão inseridos.

Os trechos I e II são classificados como de segunda ordem (Strahler, 1957) apresentam vegetação ripária esparsa, uso e ocupação da terra no entorno predominante de pastos, com pequenas propriedades rurais, com atividades agropecuárias, sendo plantio de hortaliças, eucalipto e criação de gado, suínos e galináceos, estando estes trechos em área rural pertencente ao município de Chácara. A partir do trecho III (em área rural pertencente ao município de Juiz de Fora) a classificação do córrego passa a ser de quarta ordem, com resquícios de mata, propriedades com plantios de eucalipto, além de pequenos plantios de café, milho e hortaliças para subsistência com predomínio de pastos para gado. Os trechos IV e VI estão no perímetro urbano da cidade de Juiz de Fora, com forte influência da ocupação antrópica e infraestrutura urbana (PJF/PDDU, 2004).

7.2 Variáveis ambientais

Em cada trecho do córrego estudado (Anexo II) as variáveis foram medidas em tréplica e utilizado o valor médio, sendo largura e profundidade com o uso de trena graduada dobrável, velocidade do fluxo de água na superfície pelo método do flutuador (MARTINELLI & KRUSCHE, 2007; GALDEAN, et al., 2000). Adicionalmente informações da localização geográfica e altitude com auxílio de aparelho GPS, declividade expressa em porcentagem e parâmetros fisiográficos extraídos e analisados por imagens de satélite correlacionadas com cartas topográficas da sub-bacia Marmelos através de programas de sensoriamento-remoto e geoprocessamento (ENVI 3.4, 2007; ArcGIS 8.1 - ESRI, 2001).

O oxigênio dissolvido (OD) foi medido com, um oxímetro digital Hanna (MO-880) e um multianalisador digital Horiba (U-10) utilizado para medir, potencial hidrogeniônico

(pH), condutividade elétrica (CE), turbidez e temperatura da água, também sendo medidas em tréplica e utilizando o valor médio. Análises de nitrogênio e fósforo total das amostras de água obtidas em cada trecho foram devidamente acondicionadas e transportadas, sendo realizadas no laboratório de Ecologia Aquática da UFJF, seguindo as recomendações de Mackereth et al. (1978), (GOLTERMAN et al., 1978; VALDERRAMA, J. C., 1981).

Amostras de sedimento foram coletadas em cada trecho do córrego para caracterização da composição granulométrica, segundo norma técnica NBR 7181/82 (ABNT, 1982). O percentual de matéria orgânica (MO) nas amostras foi obtido pelo processo de calcinação em mufla a 550° C por 4 horas através da diferença de peso antes e depois da queima (SUGUIO, 1973).

Para levantar as condições ambientais do córrego estudado e do seu entorno foi aplicado em cada trecho o Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitats (PAR), adaptado por CALLISTO et al. (2002).

A resolução CONAMA 357/2005, foi utilizada para comparar os resultados obtidos com os parâmetros avaliados nos trechos em detrimento os padrões das classes de água ressaltados na resolução.

O potencial poluidor da sub-bacia (poluição difusa) em função da dinâmica do uso e cobertura da terra foi estimado pela classificação e ponderação (pesos) de cinco classes - Remanescente de vegetação natural/mata; Monocultura/eucalipto; Campo/pastagem; Área urbana e Corpo d'água (Tabela 4), através de imagens de satélite e levantamento aerofotogramétrico da área de estudo (ASSAD, et al., 1998; LEPISH, et al., 1991; PJF/DPU, 2007) sendo relacionado possíveis fontes de poluição, que incluem resíduos advindos principalmente de práticas agropecuárias (EMBRAPA, 1999a; PRADO, 2004).

Tabela 4: Ponderação das classes de uso e cobertura da terra da sub-bacia hidrográfica e a contribuição destas para geração e transporte de poluentes aos corpos d'água e ao córrego Marmelos.

Classes de uso e cobertura da terra	Características	Nível de Contribuição	Peso
Remanescente de vegetação natural/mata	A vegetação natural proporciona maior infiltração da água evitando erosões uma maior biodiversidade do solo e retenção de nutrientes e seu carreamento até os corpos d'água, além de outros benefícios ao solo e à água.	Muito baixo	P1
Monocultura/eucalipto	O solo pode ficar exposto em parte do ano (em função de podas e/ou replantio), vegetação de pequeno porte que não facilita a infiltração e nem segura o solo propiciando um escoamento superficial significativo; pode favorecer processos erosivos pelo manejo e espaçamento ao qual é plantado; considerável utilização de agroquímicos.	Alto	P2
Campo/pastagem	São plantas monocotiledôneas como cana-de-açúcar, braquiárias não oferecendo muita proteção ao solo. Pastagens foram enquadradas nesta classe por ser uma atividade bastante intensa em certos trechos da bacia estudada, sendo muitas vezes mal manejadas, favorecendo processos erosivos, além do potencial dos agroquímicos aplicados e nutrientes advindos da agropecuária.	Alto	P3
Área urbana	Área geralmente impermeabilizada, facilitando o transporte de poluentes pelo escoamento superficial, e fonte de poluição pontual, visto que pode contribuir com resíduos industriais, comerciais e domésticos que na sua maioria são lançados <i>in natura</i> nos corpos d'água, acelerando o processo de eutrofização.	Muito alto	P4
Corpo d'água	Classe que pode estar recebendo o impacto/poluição.	Nenhum	P0

Para se atribuir pesos as classes de uso e cobertura da terra em função do nível de contribuição e suas características, foi realizado levantamento de campo (em alguns pontos da sub-bacia) e verificação em imagens de satélite e aerofotogramétrica para validação. Adotou-se o pressuposto de que solos mais expostos como campo/pastagem com declividade acentuada e destinados a práticas agropecuárias, juntamente com áreas urbanas, tendem a ter maior potencial a processos erosivos, escoamento superficial e transporte de materiais e poluentes para os corpos d'água (EMBRAPA, 1999b). Por outro lado, quanto

mais densa a vegetação menor tende a ser o potencial erosivo e maior retenção de materiais e poluentes (RANIERI, 1996; DONZELI et al., 1994; PINTO, 1996).

O potencial poluidor por indivíduos (poluição pontual), que relaciona essencialmente efluentes domésticos e/ou industriais foi estimado pela população das áreas, sabendo-se que a provável contribuição de cada habitante em cargas de nutrientes eliminada por meio do esgotamento sanitário é em média 2 µg/L de fósforo (P) e 8 µg/L de nitrogênio (N) por dia (ARCEIVALA, 1981). Segundo a prefeitura de Juiz de Fora (PJF/PDDU, 2004) e o Censo 2010 (IBGE, 2011a), o lançamento de efluentes domésticos, comerciais e até industriais no corpo hídrico em questão é de modo *in natura*. Sobre a Fábrica de Tecidos São João Evangelista a montante do trecho IV, foi constatada a instalação iniciada no ano de 2010 de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Os valores de N e P total por habitante foram aplicados a partir das seguintes equações sugeridas por Arceivala (1981):

Carga de fósforo (P): (1)

$$P = H * \alpha * 2 / 1000$$

P: quantidade de fósforo no determinado mês (µg/L/mês)

H: número de habitantes da área de contribuição

α : número de dias do mês ≈ 30

Carga de nitrogênio (N): (2)

$$N = H * \alpha * 8 / 1000$$

N: quantidade de nitrogênio no determinado mês (µg/L/mês)

H: número de habitantes da área de contribuição

α : número de dias do mês ≈ 30

Estas equações avaliam a quantidade de nutriente (P e/ou N) em função da micro-bacia de contribuição delimitada para cada trecho, pelo número de habitantes e número de dias do mês ≈ 30 (TUCCI, 2002; ARCEIVALA, 1981), estimando a carga em µg/L/mês e a provável contribuição ao processo de eutrofização e/ou poluição de cada trecho ao longo do perfil longitudinal do córrego de estudo.

A população da sub-bacia de estudo, foi obtida a partir de dados divulgados pelo Censo de 2010, setores censitários e delimitação das micro-bacias hidrográficas de contribuição, pela elaboração de mapa de direção de escoamento (PRADO, 2004; IBGE, 2011b).

7.3 Variável biótica

A coleta dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada em maio de 2011 com uma rede em D de malha 210 μ m. O substrato amostrado em cada trecho ao longo do córrego Marmelos foi acondicionado em sacos plásticos devidamente etiquetados e transportados ao Laboratório de Invertebrados Bentônicos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, onde foram lavados em peneira com malha de 0,21mm e triados em vasilhames plásticos translúcidos com auxílio de caixa de luz e microscópio estereoscópico. Os organismos encontrados foram separados em morfotipos, quantificados e conservados em álcool 70%.

7.4 Análise de dados

O teste estatístico Shapiro–Wilk foi utilizado para verificar a normalidade ($p>0,05$) das variáveis físicas e químicas. Para verificar a existência de diferença significativa entre os valores abióticos dos trechos, aplicou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, seguido pelo teste com opção Dunn em função das variâncias serem desiguais. Para verificar a similaridade entre os trechos estudados, com base nos resultados do PAR, foi realizada análise de agrupamento (UPGMA) utilizando-se a medida de dissimilaridade de Distância Euclidiana. Os valores das variáveis ambientais, exceto pH foram logaritmizados (\log_{10}

x+1) para minimizar o efeito de valores discrepantes (BERNARDINI, 2001; MINGOTI, 2005).

Buscou-se conhecer a diversidade de organismos encontrada no local, baseada em morfotipos triados aleatoriamente, expondo, portanto, a riqueza de invertebrados bentônicos no ambiente estudado. Para esta análise, usou-se o Índice de Comparação Sequencial (ICS) (CAIRS & DICKSON, 1971).

O esforço amostral foi padronizado, sendo utilizado até 200 indivíduos com aplicação do ICS (SANTOS, 2000; CARINS & DICKSON, 1971). Este Índice é empregado com propósitos comparativos e sua aplicação tem demonstrado que baixos valores de ICS indicam menor complexidade e estabilidade do ambiente, quando comparados com valores mais altos. A Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos estipula que para avaliações rápidas em riachos, 100 indivíduos de macroinvertebrados seriam suficientes (PLAFKIN et al., 1989). Posteriormente, os valores obtidos pelo ICS foram comparados com o Índice de Comunidade Bentônica para rios (ICB rio) publicado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental -Tabela 5- (CETESB, 2007).

O teste de correlação de Pearson foi realizado para avaliar se existe associação significativa entre as variáveis Nt, Pt e os valores do ICS, uma vez verificada associação, realizou-se uma regressão linear (Figuras 6 e 7).

Tabela 5: Índice de Comparação Sequencial e suas categorias segundo CESTESB, (2007).

Categoria	ICS
ÓTIMA	$> 20,00$
BOA	$> 9,50 \leq 20,00$
REGULAR	$> 3,00 \leq 9,50$
RUIM	$\leq 3,00$
PÉSSIMA	Azóico

Os dados foram analisados nos programas estatísticos MVSP 3.1, Past 2.11 (HAMMER et al., 2001) e Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

8. RESULTADOS

O córrego Marmelos está entre 606 a 812m de altitude, com declividade média de 1,83% (Anexo III-A). Os trechos estudados do córrego, de modo geral são estreitos (0,64 a 1,97m de largura), rasos (0,16 a 0,74m de profundidade) e velocidade de fluxo superficial baixa, variando entre 0,34 a 0,44m/s (Tabela 6).

A água do córrego se caracterizou por apresentar a temperatura variando entre 19,1 a 20,5°C e por ser bem oxigenada (7,4 a 9,3 mg/L de oxigênio), com pH básico (7,13 a 7,52), baixa condutividade elétrica (15,3 a 36,2 μ S/cm), baixa turbidez (5,7 a 8,3 UNT) e nitrogênio total (Nt) e fósforo total (Pt) variando entre 359,88 a 1998,63 μ g/L e 68,33 e 699,69 μ g/L respectivamente (Tabela 7).

Tabela 6: Caracterização dos trechos estudados do córrego Marmelos localizado na zona rural do município de Chácara e região sudeste do município de Juiz de Fora – MG.

		Altitude (média) *NMM (m)	Coordenadas Geográficas	Largura (média) do canal (m)	Profundidade (média) da coluna d'água (m)	Velocidade (média) superficial da água (m/s)
Córrego Marmelos	Trecho I	812	43°14'68'' S 21°41'86'' O	0,64	0,16	0,26
	Trecho II	765	43°15'82'' S 21°41'10'' O	1,43	0,27	0,24
	Trecho III	677	43°15'96'' S 21°42'60'' O	1,59	0,32	0,38
	Trecho IV	641	43°16'26'' S 21°44'65'' O	1,97	0,48	0,35
	Trecho V	612	43°17'93'' S 21°46'69'' O	1,68	0,63	0,44
	Trecho VI	606	43°17'76'' S 21°47'58'' O	1,63	0,74	0,29

*NMM – Nível Médio dos Mares

Os resultados da largura do canal, profundidade, velocidade, Pt, condutividade elétrica, turbidez, areia grossa, média, fina, silte-argila e MO indicaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os trechos analisados do córrego Marmelos.

Tabela 7: Valores das variáveis limnológicas dos trechos analisados do córrego Marmelos localizado na zona rural do município de Chácara e região sudeste do município de Juiz de Fora – MG.

Córrego Marmelos	Temperatura da água (°C)	Oxigênio dissolvido (O₂) mg/L	pH	N total (µg/L)	P total (µg/L)	Condutividade elétrica (µS/cm)	Turbidez (UNT)
Trecho I	20,4	7,4	7,13	1998,63	68,33	36,2	8,3
Trecho II	20,3	7,7	7,18	1570,55	175,01	23,4	6,8
Trecho III	20,5	7,8	7,49	359,88	109,16	17,1	5,7
Trecho IV	19,2	9,3	7,52	662,55	399,69	15,3	6,2
Trecho V	19,1	7,9	7,43	1063,26	480,91	20,8	6,7
Trecho VI	19,6	8,2	7,42	1761,69	420,07	21,7	6,9

A caracterização granulométrica dos trechos do córrego (Tabela 8) indicou o predomínio de partículas de tamanhos entre 2mm a 0,106mm. A porcentagem de MO variou entre 9,16 a 28,53 % em relação ao peso das amostras de cada trecho.

Tabela 8: Resultado da análise granulométrica do sedimento e matéria orgânica dos trechos do córrego Marmelos.

	Abertura das peneiras (mm)	(%) Areia Grossa (AG)		(%) Areia Média (AM)	(%) Areia Fina (AF)	(%) Silte-Argila	(%) Matéria Orgânica (MO)
		2	1	0,250	0,106	≤0,053	
Córrego Marmelos	Trecho I	55,51		31,52	6,68	6,29	9,16
	Trecho II	13,24		65,88	14,53	6,35	5,42
	Trecho III	48,22		42,96	6,80	2,02	4,16
	Trecho IV	9,27		60,85	25,43	4,45	5,51
	Trecho V	47,23		38,50	11,51	2,76	17,13
	Trecho VI	35,42		41,49	15,43	7,66	28,53

Baseado nos parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitats (PAR) a pontuação final atribuída a cada trecho foi: I = 74 (NATURAL), II = 73 (NATURAL), III = 82 (NATURAL), IV = 59 (ALTERADO), V = 60 (ALTERADO) e VI = 44 (ALTERADO).

A análise de agrupamento (correlação cofenética = 0,871) indicou a formação de dois grupos principais, o primeiro grupo formado pelos trechos V e VI e o segundo grupo pelos trechos III, IV, I e II (Figura 5).

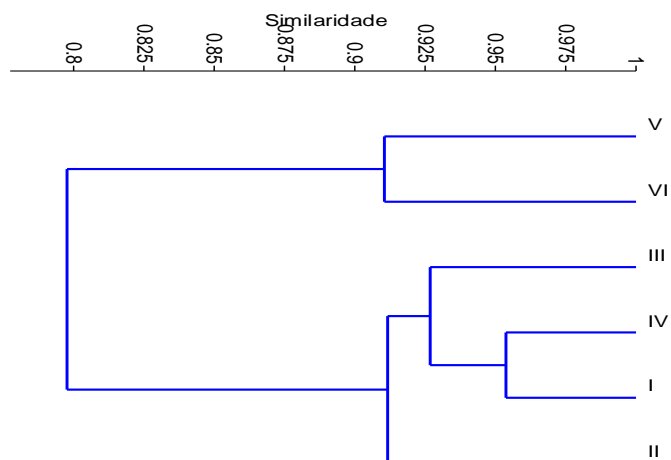


Figura 5: Análise de agrupamento dos trechos amostrais I, II, III, IV, V e VI pelo resultado do PAR no córrego Marmelos, localizado na zona rural do município de Chácara e região sudeste da cidade sede do município de Juiz de Fora – MG.

O resultado do ICS indicou os trechos I, II, V e VI como RUIM e os trechos III e IV como REGULAR conforme o Índice de Comunidade Bentônica para rios (ICB rio) de acordo com a tabela 9 (CETESB, 2007).

Tabela 9: Resultado do Índice de Comparação Seqüencial (ICS) dos trechos analisados no córrego Marmelos Juiz de Fora – MG.

Trechos	ICS	Categoria
I	0.52	RUIM
II	2.97	RUIM
III	5.89	REGULAR
IV	3.15	REGULAR
V	1.24	RUIM
VI	0.27	RUIM

O potencial poluidor (poluição difusa) estimado para sub-bacia do córrego Marmelos em função da dinâmica do uso e cobertura da terra, associado às classes atribuídas (Anexo III-B), pode ser visualizado na tabela 10.

Tabela 10. Potencial poluidor estimado para sub-bacia do Córrego Marmelos por classe em função do uso e ocupação da terra, área ocupada em Km² e seu nível de contribuição classificado.

Classe	Área (Km ²)	Nível de contribuição
Remanescente de vegetação natural/mata	14.58	Muito baixo
Monocultura/eucalipto	4.76	Alto
Campo/pastagem	26.38	Alto
Área urbana	3.83	Muito alto
Corpo d`água	0.053	Nenhum

Os valores estimados de fósforo e nitrogênio total em µg/L/mês para cada trecho em função da densidade populacional (Anexo III-C) pertencente a cada área de contribuição (micro-bacia / Anexo III-D) pode ser visualizado na tabela 11. Estes valores corroboram

com as análises de Pt e Nt realizadas por demonstrarem uma estimativa da carga de nutrientes para os trechos em função da população sobre a área de contribuição.

Tabela 11: Estimativa de carga de nutrientes (P e N total) nos trechos analisados e seu acumulado em função da população e contribuição desta por área para a sub-bacia do córrego Marmelos.

Trechos	Área de Contribuição (Km ²)	População (nº hab.)	(Pt) µg/L/mês	(Nt) µg/L/mês
I	1.38	118	7.08	28.32
II	3.20	187	11.22	44.88
III	15.36	309	18.54	74.16
IV	28.94	587	35.22	140.88
V	40.77	2051	123.06	492.24
VI	49.50	9448	566.88	2267.52

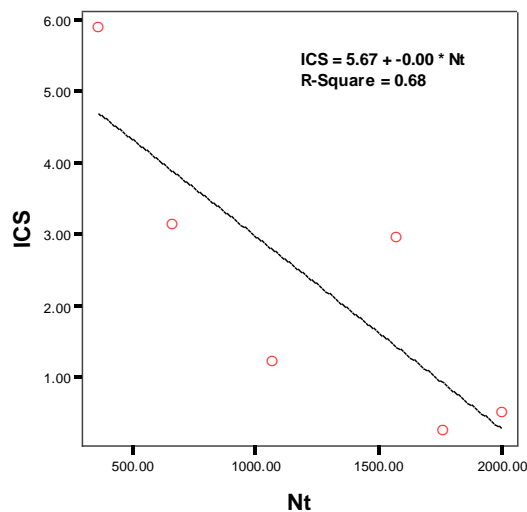


Figura 6: Regressão linear entre as variáveis Nt - Nitrogênio total; ICS - Índice de Comparação Sequencial, analisadas nos trechos amostrais I, II, III, IV, V e VI no córrego Marmelos.

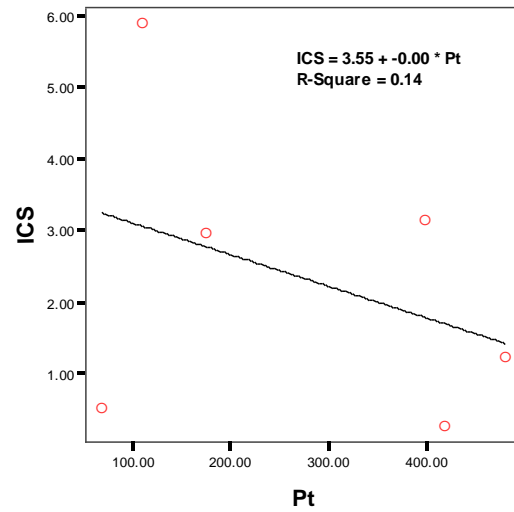


Figura 7: Regressão linear entre as variáveis **Pt** - Fósforo total; **ICS** - Índice de Comparação Sequencial, analisadas nos trechos amostrais I, II, III, IV, V e VI no córrego Marmelos.

9. DISCUSSÃO

Avaliar a qualidade das águas de ambientes lóticos por meio de parâmetros abióticos e bióticos tem sido a melhor forma de detecção de possíveis alterações nesses sistemas (ALLAN, 2004; TUNDISI, 2000). Segundo Rebouças (2002), condições favoráveis para os organismos aquáticos estão relacionadas a altos valores de oxigênio dissolvido e a baixos valores de nitrogênio e fósforo. Condições adversas ao sistema e seu entorno podem ser percebidas pela diversidade da fauna bentônica (CALLISTO, et al., 2001). A utilização de parâmetros fisiográficos também é de grande importância para diagnosticar a qualidade ambiental de sistemas aquáticos e seu entorno, pelo fato do uso e ocupação do espaço terrestre ter forte influência quanto aos materiais e produtos lançados e/ou carreados para dentro destes ambientes (RODRIGUES & ADAMI, 2005; GRANELL-PÉREZ, 2001). Os trechos analisados neste estudo evidenciaram níveis elevados de Nt e Pt, provavelmente pela à atividade antrópica no entorno e pelo uso da terra na bacia hidrográfica.

A diferença significativa ($p < 0,05$) nos valores das variáveis, largura do canal, profundidade, velocidade, Pt, CE, turbidez, areia grossa, média, fina, silte-argila e MO, demonstra alterações nestes valores, provavelmente pela declividade, fluxo de água e uso e ocupação da terra no entorno (SILVEIRA, 2004).

A temperatura da água entre os trechos analisados esteve em média $19,8^{\circ}\text{C}$ ($H=15.2115$; $p=0,0095$) com diminuição de seu valor ao longo do perfil longitudinal, possivelmente devido ao aumento do fluxo de água e pelas medições terem sido realizadas em horários distintos (TUNDISI et al., 1995; ROSA et al., 2011).

As concentrações de OD detectadas ($H=16.5377$; $p=0.0055$) para os trechos do córrego, estão de acordo com os padrões da classe 1, segundo resolução CONAMA

357/2005. O OD é uma das variáveis principais para a caracterização da qualidade em ecossistemas aquáticos segundo Esteves (1998) e Jordão et al. (2007). No presente estudo, embora não se tenha detectado diferença significativa na concentração de oxigênio entre os trechos estudados, os maiores valores de velocidade e menores valores de temperatura registrados ao longo do perfil longitudinal do córrego Marmelos podem ter favorecido a maior oxigenação da água como o verificado nos trechos III, IV e V que possuem características de corredeira (SILVEIRA, 2004).

Os valores de pH das águas com variação em torno de 7,42 ($H=15.7166$; $p=0.0077$), para os trechos estudados, está de acordo com a classe 1, segundo CONAMA 357/2005. Normalmente em ambiente aquáticos com lançamento de poluentes, esgoto e a entrada de material orgânico na água e a decomposição destes, tenderiam a pH relativamente ácidos. As atividades agrícolas na região podem utilizar calcário para o preparo do solo, e estes serem carregados aos córregos e favorecer a alcalinidade das águas e elevação do pH (MORTATTI & PROBST, 1998; SOUZA & NUNES, 2008).

O nitrogênio total (Nt) nos trechos do córrego esteve em média $1236,09\mu\text{g/L}$, ($H=6.8927$; $p=0.0047$) sendo os trechos I, II, V e VI os de maiores concentrações. O Nt demonstra a contribuição total dos compostos de nitrogênio e o nível de eutrofização, podendo ser natural em águas superficiais em função da atividade decompositora de microrganismos (PEREIRA, 2002). Os valores de Nt, foram maiores que o esperado para os trechos I e II, em se tratando de ambientes em área rural e próximos a nascente que normalmente variam entre $5\mu\text{g/L}$ a $37\mu\text{g/L}$ para águas de classe 1, segundo CONAMA 357/2005, porém a presença de sítios e atividades agropecuárias no entorno, podem ter contribuído para elevadas concentrações de Nt, em função de atividades agropecuárias,

lançamentos de resíduos e dejetos de animais (NASCIMENTO, 2000). Com relação aos trechos V e VI, as altas concentrações provavelmente podem ser atribuídas ao material carregado dos trechos a montante somado ao uso e ocupação da terra no entorno que sofre influência direta das atividades urbanas.

Os valores de fósforo total (Pt) estiveram em média 275,52µg/L (H=16.7693; p=0.0050), sendo maiores nos trechos IV, V e VI. Os altos valores de Pt registrados nos trechos I e II diferem das concentrações máximas permitidas pela resolução CONAMA 357/2005 (25µg/L) para ambientes lóticos naturais. Os valores observados podem estar relacionados com as atividades humanas desenvolvidas no entorno, tais como criação de gado, suínos e plantio de hortaliças (ESTEVES, 1998; SANTOS et al., 2007; SOUZA, 2008).

A condutividade elétrica (CE) nos trechos do córrego, em média 22,41µS/cm, pode ser considerada baixa. Segundo CAMARGO et al. (1996) os valores de condutividade são reflexos de fatores fisiográficos como litologia, relevo, uso e ocupação da terra e impactos antrópicos, sendo um parâmetro que se refere ao total de íons dissolvidos na água e quanto maior a poluição, maior a carga mineral presente (ALLAN, 2004). Como a resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limites para concentrações de CE, estas foram confrontadas com valores estabelecidos pela CETESB (2007), que ressalta os valores entre 10 e 50µS/cm serem o ideal para águas destinadas ao consumo (seguindo os tratamentos necessários) e que acima de 50µS/cm tenderiam a ambientes impactados. Nos demais trechos II ao VI a CE esteve bem abaixo dos valores recomendados, porém com base nas demais variáveis analisadas, como ex.: OD, Nt e Pt e pelo uso e ocupação da terra no torno aos trechos, esperava-se encontrar valores superiores de CE.

Os baixos valores de CE podem estar associados à vegetação ripária em torno de 30m até o trecho III, sendo diminuída para aproximados 4m a partir do trecho IV, o que pode proporcionar a estabilidade das concentrações de íons na água, pelo fato dos íons gerados no processo de decomposição poder ser retido nas margens (ESTEVES, 1998).

Para turbidez, os resultados obtidos nos trechos analisados de um modo geral apresentaram valores reduzidos, em torno de 6,76UNT, provavelmente pela baixa entrada de sedimentos no período de análise devido a não interferência de chuvas, e conseqüentemente, uma menor concentração de partículas finas (silte e argila) em suspensão (PJF/PDDU, 2004; ALMEIDA & SCHWARZBOLD, 2003).

A predominância das frações de areia grossa e média nos trechos amostrados pode ser em função do tipo de solo da região (EMBRAPA, 1999; PDDU/PFJ, 2000) e pelo processo de erosão natural leve e intemperismo físico-químico sofrido pelas rochas (quartzitos) presentes no entorno e dentro da calha do córrego (ROCHA, 2008). Bicudo & Bicudo (2004), ressaltam que rochas em decomposição tendem a formar sedimentos com grãos de textura granular média a grossa em ambientes aquáticos.

A concentração de MO mais elevada nos trechos V e VI, pode estar relacionado à entrada e acúmulo de nutrientes provenientes de dejetos, aumento da largura do canal, mecanismos de retenção como pedras, tronco de arbustos, vegetação no leito e perfil não retilíneo (SILVEIRA, 2004). A distribuição da matéria orgânica ao longo de um ambiente lótico pode demonstrar associação à granulometria, pois esta tende a se agregar com mais facilidade a partículas finas, em função da área da partícula aumentar o potencial de adsorção com a diminuição do tamanho (CARVALHO & UIEDA, 2004). Os sedimentos dos trechos I, II, III e IV de modo geral podem ser considerados inorgânicos, pelo teor de MO analisado ser inferior a 10% (ESTEVES, 1998).

Em relação ao potencial poluidor (poluição difusa) estimado para sub-bacia do córrego Marmelos em função da dinâmica do uso e cobertura da terra a classe campo/pastagem, a maior área da bacia (26.38Km²), foi classificada como nível alto, ou seja, a classe com maior potencial para gerar poluição ao córrego em função do uso da terra voltado à agropecuária, ausência de vegetação arbórea e declives acentuados nas vertentes, que podem facilitar o escoamento superficial de nutrientes e materiais (DALER et al., 2001). A classe monocultura/eucalipto ocupando uma área menor (4.76Km²) também teve seu nível de contribuição classificado como alto. O uso da terra e as formas de cultivo de eucalipto, milho e café plantados em fileiras tendem a facilitar escoamentos superficiais de fertilizantes e pesticidas utilizados no cultivo e controle de pragas (EMBRAPA, 1999; PRADO, 2004). Ambas as classes com nível alto de potencial poluidor estão bem representadas na área rural da sub-bacia e no entorno dos trechos I ao III.

A classe remanescente de vegetação natural/mata, ocupando a segunda maior área (14.58Km²) teve seu nível de contribuição classificado como muito baixo. A presença de vegetação arbustiva densa e natural tende a ser propícia aos solos, evitando erosões e assoreamento dos cursos d'água (RANIERI, 1996; DONZELI et al., 1994; PINTO, 1996).

A parte urbanizada, mesmo ocupando uma área muito pequena em comparação as demais, devido ao adensamento populacional, gera lançamento de dejetos por esgoto *in natura* no corpo d'água, sendo a classe mais prejudicial dentre as demais levantadas neste estudo.

A classe corpo d'água em função de ser o objeto de estudo e que recebe os prováveis poluentes, não exerce contribuição ao potencial poluidor estimado para o córrego.

A estimativa do potencial poluidor por indivíduos (poluição pontual) relaciona essencialmente efluentes domésticos e/ou industriais calculado segundo as concentrações

de fósforo e nitrogênio total da área de contribuição pelo direcionamento de escoamento da geomorfologia da sub-bacia. O cálculo demonstra que as concentrações de Pt e Nt nos trechos analisados deveriam ser menores em função do número de habitantes por setores censitários e seus limites em cada área de contribuição (IBGE, 2011a; ARCEIVALA, 1981). Porém, pelas altas concentrações de Pt e Nt verificadas nos trechos, a provável relação deve-se ao uso e ocupação da terra pelas práticas agropecuárias, sendo maior a contribuição pela poluição difusa do que pela poluição pontual (TOLEDO & NICOLELLA, 2002; BOLLMANN, 2003).

O resultado das variáveis abióticas indicou que apenas os trechos I e II não tiveram relação com os dados do PAR e os termos de referência para classificação da qualidade das águas, segundo resolução CONAMA 357/ 2005. Embora os trechos I e II apesar de possuírem características com tendência a natural (como ressalta o PAR) recebem influências das práticas agropecuárias sem manejo adequado (BARBOUR, et al., 1999; CALLISTO et al., 2002).

Os valores do Índice de Comparação Sequencial foram maiores nos trechos III e IV, e provavelmente estão relacionados com a menor carga de nutrientes e por serem ambientes intermediários. O valor do índice diminui diante de impactos ambientais, sendo os baixos valores do ICS um reflexo dos resultados das variáveis abióticas, como pH, CE, temperatura, Pt e Nt em relação ao uso e ocupação do entorno do córrego.

Conforme verificado pelo PAR, os trechos analisados mostraram-se submetidos a graus variados de impactos ambientais ocasionados pelo uso e ocupação da terra e seus efeitos antrópicos. O PAR aplicado nos trechos de amostragem relacionado à avaliação do habitat não corroborou com os resultados obtidos pelo ICS, principalmente nos ambientes

de pior qualidade. Isso ocorreu talvez pelo fato dos parâmetros do PAR subestimar as questões relacionadas com aporte de efluentes.

As variáveis Nt e ICS submetidas a regressão linear, tiveram forte correlação negativa, porém as variáveis Pt e ICS demonstraram fraca correlação negativa, em função da análise de Pt no trecho I ter obtido um valor inferior, mas demonstrado pelos demais trechos (II ao VI) que a correlação é existente.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo mostraram que embora o córrego Marmelos tenha características naturais à montante, como por exemplo, presença de vegetação ripária (trechos I e II), esta se apresenta esparsa, reflexo das atividades agropecuárias no entorno, A influência destas atividades sobre a qualidade da água pode ser verificada através das variáveis de Pt e Nt, e do ICS. Estes resultados indicam uma maior contribuição pela poluição difusa, em função do uso e ocupação da terra e práticas agropecuárias.

A poluição pontual relativo aos valores das concentrações de Pt e Nt, indicou forte influência de efluentes domésticos nos trechos IV a VI.

Este estudo demonstrou a necessidade de uma articulação da sociedade, seja por meio de comitês de bacias, associação de bairros e poder público para adotar medidas para minimizar a carga de efluentes que é lançada na água ao longo do córrego, como planos de ação e implantação de estações de tratamento de efluentes antes do despejo destas águas no rio Paraibuna. Estas ações permitiriam ordenar melhor a ocupação do território e adotar práticas agrícolas conservacionistas, visando reduzir as fontes difusas de poluição.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D. **Influence of land use and landscape setting on the ecological status of rivers**. *Limnetica*. 2004.
- ALLAN, J.D. & FLECKER, A.S. **Biodiversity conservation in running waters**. *BioScience*. 1993.
- ALMEIDA, M. A. B., SCHWARZBOLD, A. **Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS, com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA)**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2003.
- ARCEIVALA, S. J. **Waste water treatment and disposal**. New York: Marcel Dekker. 1981.
- ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E. ; CAVALIERI, A. **Sistema de informações geográficas na avaliação de terra para agricultura**. In: Assad, E. D. Sano, E. E. (Ed.). *Sistema de informações geográficas*. 2ª ed. Brasília: Embrapa – SPI/ Embrapa – CPAC, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7181/82. Solo: Análise granulométrica**. Rio de Janeiro. 1982.
- AYRES, M., AYRES, JR., M., AYRES, D.L., SANTOS, A.S. **BioEstat. Versão 5.0**. Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq, Belém, Pará, Brasil, 2007.
- BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L.; BUSS, D. F.; EGLER, M. **Perspectivas do uso do biomonitoramento para avaliação da saúde ambiental de ecossistemas aquáticos**. In: Workshop “Água, Meio Ambiente e Recursos Hídricos”, Anais UNIRIO, Rio de Janeiro. 2000.
- BARBOUR, M.T.; Gerritsen, J.; SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.D. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers. Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2ª ed., New York. 1999.
- BERNARDI, J.V.E.; FOWLER, H.G.; LANDIM, P.M.B., Um estudo de impacto ambiental utilizando análises estatísticas espacial e multivariada. *Holos Environmenta*, 2001. In BERNARDI, J. V. E et al. **Aplicação da Análise das Componentes Principais na Ordenação dos Parâmetros Físico-Químicos no Alto Rio Madeira e Afluentes, Amazônia Ocidental**. *Geochimica Brasiliensis*, 2009.
- BICUDO, M. & BICUDO, D.C. **Amostragem em Limnologia**. RiMa, São Carlos. 2004.
- BOLLMANN, H. A. **Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas**. In: ANDREOLI, C. V. (Ed.). *Mananciais de Abastecimento: planejamento e gestão. Estudo de Caso do Altíssimo Iguaçu*. Curitiba: SANEPAR/FINEP. 2003.

BILALETDIRIN, A.; KOSKINEN, K.; FRISK, T. **Statistical assessment of different contributions to nutrient loading from a drainage basin.** Aqua Femica. 1991.

BINI, L.M. **Análises multivariadas e Limnologia: exploração, síntese e inferência de um mundo aquático complexo.** In: Carlos Eduardo de M. Bicudo; Denise de C. Bicudo. (Org.). Amostragem em Limnologia. 1ª ed. São Carlos: RIMA, 2004.

CAIRS, J & DICKSON, K. L. **A simple method for the biological assessment of the effects of water discharges on aquatic bottom dwelling organisms.** Journal of Water Pollution Control Federation. 1971.

CALLISTO, M. & MORENO, P.. **Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental.** IIº Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental– Erechim/RS, 2006.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ).** Acta Limnologica Brasiliensia, 2002.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. **Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural.** (Pará, Brasil). Acta Limnologica Brasiliensia, 1996.

CAMARGO, A. F. M.; FERREIRA, R. A. R.; SCHIAVETTI, A.; BINI, L.A. **Influence of physiography and human activity on limnological characteristics of lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil.** Acta Limnologica Brasiliensis, v. 8, p. 231-243, 1996.

CARVALHO, E. M. & UIEDA, V. S. **Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga.** São Paulo, Brasil. Rev. Brasileira de Biologia, 21, 2004.

CETESB. **Variáveis de qualidade das águas.** 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.org.br>>. Acesso em setembro, 2010.

CHRISTOFOLLETTI. **A Análise de Bacias Hidrográficas.** In: CHRISTOFOLLETTI, A. **Geomorfologia.**: Edgard Blücher, 2 ed. São Paulo. 1981.

CONAMA. Resolução nº 357. **Conselho Nacional do Meio Ambiente,** Ministério do Meio Ambiente. Brasil. 2005.

DALER, D.; RAUTALAHTI-MIETTINEN, E.; GRÄSLUND, S. **Assessing the status of international waters.** Limnology and Oceanography Bulletin, v. 10. 2001.

DILS, R. M. & HEATHWAITE, A. L.. **Phosphorus fraction in hillslope hydrological pathways contributing to agricultural runoff**. In: Anderson, M.G.; Brooks, S. M. (ed.). *Advances in hillslope processes*. Chichester: John Wiley & Sons. 1996.

DONZELI, P. L.; PINTO, S. A. F.; LOMBARDI NETO, F.; VALÉRIO FILHO, M.; VALERIANO, M. M. **Modelo MUSLE e sistemas de informações geográficas aplicados aos estudos de pequenas bacias hidrográficas**. In: X Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 1994, Florianópolis – SC. Anais. Campinas 1994.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPS – Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Rio de Janeiro. **Sistema brasileiro de classificação de solos e usos da terra**. Brasília. 1999a.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária CNPS - Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Rio de Janeiro. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília. 1999b.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP. 1998.

ENVI – SULSOFT. **Serviços de Processamento de Dados Ltda. Guia do Envi em Português**. 2008.

Disponível em: <www.envi.com.br/downloads>. Acesso em janeiro de 2010.

ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, **ArcView GIS, versão 8.1**. Redlands. 2001.

FONSECA L. M. G., **Processamento Digital de Imagens**. INPE. 2000.

FRANCO, B. D. G. M. & LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu, São Paulo. 2002.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R. **Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community**. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, p. 545-552. 2000.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAND, M. A. **Methods for physical and chemical analysis of fresh water**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1978.

GRANELL-PÉREZ, M. D. **Trabalhar Geografia com as Cartas Topográficas**. Ijuí/RS: Ed. UNIJUÍ. 2001.

GURTLER, S. **Estimativa de área agrícola a partir de sensoriamento remoto e banco de pixels amostrais**. DSR-INPE. São José dos Campos, SP. 2003.

HAMMER, O.; HAPER, D. A. T.; RYAN, P. D. 2001 – update July Past Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, 4 (1): 9pp. 2010.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T. & RESH, V. H. **Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat**. J. N Am. Bentho – Soc. 1997.

HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. Bulletin Geologic Society of America, Colorado. 1945.

HARDING J.S. & WINTERBOURN M.J. **Effects of contrasting land use on physico-chemical conditions and benthic assemblages of streams in a Canterbury (South Island, New Zealand) river system**. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 1995.

IBGE, **Geociências: downloads**. 2011a. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/fotos_aereas/>. Acesso em Novembro, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Produção agropecuária municipal, 2011b. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa> Acesso em Agosto, 2011.

JACKSON, D. A. **Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches**. Ecology, New York, v. 74, n. 8. 1993.

JORDÃO, C. P.; RIBEIRO, P. R. S.; MATOS, A. T.; FERNANDES, R. B. A. **Aquatic contamination of the Turvo Limpo river basin at the Minas Gerais state, Brazil**. Revista Brasileira de Biologia, v. 18, p. 116-12. 2007.

KARR, J. R. **Defining and measuring river health**. Fresh water Biology. 1999.

KIRA, T. & SAZANAMI, H. **Utilização de recursos hídricos e problemas de gerenciamento de lagos**. In: HASHIMOTO, M. (ed.). Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Japão. 1995.

LATUF, M. de O. **Diagnóstico das águas superficiais do córrego São Pedro, Juiz de Fora-MG**. 2004. Disponível em <http://www.geo.uel.br/revista>.

LENCIONI, V., DUMNICKA, E. & MAIOLINI, B. **The oligochaete fauna in high mountain streams (Trentino, NE Italy): ecological and taxonomical remarks**. Studi Trent. Sci. Nat. Acta Biology. 2004.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R., **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 2ª ed. revisada. Campinas: SBCS – EMBRAPA. 1991.

LINK, B.; GABRIO, T.; ZOELLNER, I.; PIECHOTOWSKI, I.; PAEPKE, O.; HERRMANN, T.; FELDER-KENNEL, A.; MAISNER, M.; SCHICK, K-H.; SCHRIMPF, M.; SCHWENK, M.; WUTHE. **Biomonitoring of persistent organochlorine pesticides, PCDD/PCDFs and dioxin-like PCBs in blood of children from South West Germany (Baden-Wuerttemberg) from 1993 to 2003.** Chemosphere. 2005.

LOBO, E. A. & COSTA, A. B. **Estudo da qualidade da água do rio Pardino, município de Santa Cruz do Sul.** Rio Grande do Sul, Brasil. Ver. Técnico-Lógica, Vol. 1, 1997.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. TALLING, J.F. **Water analysis and some revised methods for limnologists.** New York, Freshwater Biological Association. 1978.

MARTINELLI, L.A. & KRUSCHE, A.V. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Org.). **Amostragem em Limnologia**, 2. São Carlos: Rima, p. 263-279. 2007.

MINGOTI, S. A. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada.** Minas Gerais: Editora da UFMG. 2005.

MORTATTI, J. & PROBST, J.L. **Hidrogeoquímica de bacias de drenagem.** Piracicaba: CENA. 1998.

NASCIMENTO, V. M. C. **Estudo da carga de nutrientes e da comunidade bentônica do córrego da Barrinha.** São Paulo. UFSC, São Carlos. 2000.

ODUM, E.P. **Ecologia.** Editora Guanabara. Rio de Janeiro. 2007.

PAZ, A., MORENO, P., ROCHA, L & CALLISTO, M. **Effectiveness of protected areas for the conservation of water quality and freshwater biodiversity in reference sub-basins in das Velhas River.** Neotropical Biology and Conservation. UNISINOS. 2008.

PEREIRA, G. **Efeitos da adição de P e N sobre o crescimento de Egeria najas Planchon (Hydrocharitaceae),** in. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2002.

PETERS, N. E., MEYBECK, M. Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts of human activities. Water International. 2000.

PIÃO, A. C. S. **Transporte de nitrogênio, fósforo e sedimentos para o Ribeirão Carrapatos município de Itai – SP e sua relação com uso e ocupação do solo e outros impactos.** Universidade de São Paulo, São Carlos. 1995.

PINTO, S. A.F. **Contribuição metodológica para análise de indicadores da erosão do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelo preditivo.** IGCE, UNESP, Rio Claro. 1996.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K.D., GROSS, S.K. Rapid bioassment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. U.S. Environmental Protection Agency. 1989.

PRADO, R. B. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água.** Pardo-SP. Dissertação (Mestrado). Ciências da Eng. Ambiental. Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1999.

PRADO, R. B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos.** São Carlos, 172 p. Tese (Doutorado). Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2004.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora.** Juiz de Fora: FUNALFA. 2004.

_____. **Restituição Aerofotogramétrica.** Pranchas 87, 92, 98 e 103, escala de 1:2.000, DPU/PJF, 2000.

RANIERI, S. B. L. **Avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas (SIG).** São Carlos, 128p. Dissertação (Mestrado) – Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1996.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Uso e conservação.** 2. ed. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Estudos Avançados, USP. 2002.

ROCHA, G. C. **Geologia, solos e geomorfologia da reserva biológica Poço D'anta e entorno, Juiz de Fora, MG.** Relatório de pesquisa, 2008.

RODRIGUES, C & ADAMI, S. Técnicas Fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas. In. VENTURI, Luiz Antônio Bittar. **Praticando Geografia – Técnicas de campo e laboratório.** São Paulo: Oficina de Textos. 2005.

ROSA, B. F. J. V., OLIVEIRA, V. C., ALVES, R. G. **Structure and spatial distribution of the Chironomidae community in mesohabitats in a first order stream at the Poço D'Anta Municipal Biological Reserve in Brazil.** Journal of Insect Science: Vol. 11, Article 36. 2011a.

ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic macroinvertebrates.** New York, Chapman & Hall. 1993.

SANTOS JR. J. E., STRIEDER M. N., FIORENTIN G. L. , NEISS U. G. **Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de *Chirostilbia pertinax* (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados.** Revista Brasileira de Entomologia. 2007.

SANTOS, J.E. **Avaliação da poluição: manual de treinamento.** UFSCar, São Carlos, SP. 2000.

SILVEIRA, M. P., **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios.** São Paulo: EMBRAPA. 2004.

SOUSA, B.M. (Coord.). **Plano de Manejo da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora - MG.** Arcellor Mitral Juiz de Fora/AGENDA JF/IEF. 2008.

SOUZA, H.M.& NUNES, J.R.S. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do córrego Figueira pertencente à microbacia do Queima Pé de Tangará da Serra-MT.** Revista Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 2, p. 110-124. 2008.

SPONSELLER R.A. & BENFIELD E.F. Influences on land use on leaf breakdown in southern Appalachian headwater streams: a multiple scale analysis. Journal of the North American Benthological Society. 2001.

STHRALER, A.N., **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** Trans. American Geophysical Union, 38: 913-920. 1957.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** 2ª ed. Edgard Blucher Ltda. EDUSP.1973.

THORTON, W. **Perspectives on Reservoir Limnology.** In THORTON, W. K. et al. (ed.) Reservoir limnology: ecological perspectives. Jonh Wiley and Sons. 1990.

TOLEDO, L. G.& NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água em microbacias sob uso agrícola e urbano,** Scientia Agrícola, v.59. 2002.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Uso e conservação.** 2. ed. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Estudos Avançados, USP. 2002.

TUFFORD, D. L.; Mc KELLAR JR., H.N.; HUSSEY, J.R. **Stream nonpoint source nutrient prediction with land-use proximity and sasonality.** Journal of Environmental Quality. 1998.

TUNDISI, J. G & STRASKRABA, M. **Theoretical reservoir ecology and its applications.** Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences. 1999.

TUNDISI, J. G. **Diretrizes para o gerenciamento de córregos e lagos.** Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos. 2000.

TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T. & BICUDO, C.E.M. **Limnology in Brazil** Brazilian Academy of Sciences, Brazilian Limnological Society. 1995.

VALDERRAMA, J. C., **The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural water.** Mar. Chem., 10: 109-122. 1981.

WETZEL, R. G. and G. E. LIKENS. **Limnological Analyses.** 3^a. Edition. Springer-Verlag, New York. 429 pp. 2000.

ANEXO I

ANEXO I: Fotografia do trecho AII, córrego A, Faz. Floresta. Fonte: O autor.



ANEXO I: Fotografia do trecho BII, córrego B, Faz. Floresta. Fonte: O autor.



ANEXO I: Fotografia do trecho CII, córrego C, Faz. Floresta. Fonte: O autor.

ANEXO II

ANEXO II: Fotografia do trecho I, córrego Marmelos. Fonte: O autor.



ANEXO II: Fotografia do trecho II, córrego Marmelos. Fonte: O autor.



ANEXO II: Fotografia do trecho III, córrego Marmelos. Fonte: O autor.



ANEXO II: Fotografia do trecho IV, córrego Marmelos. Fonte: O autor.

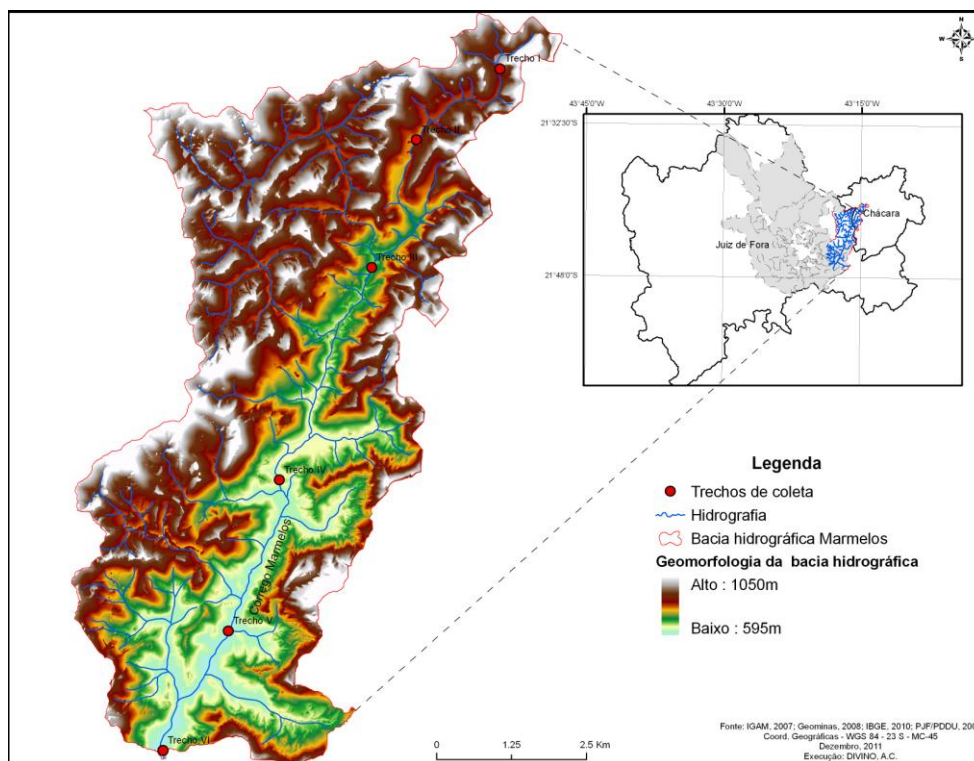


ANEXO II: Fotografia do trecho V, córrego Marmelos. Fonte: O autor.

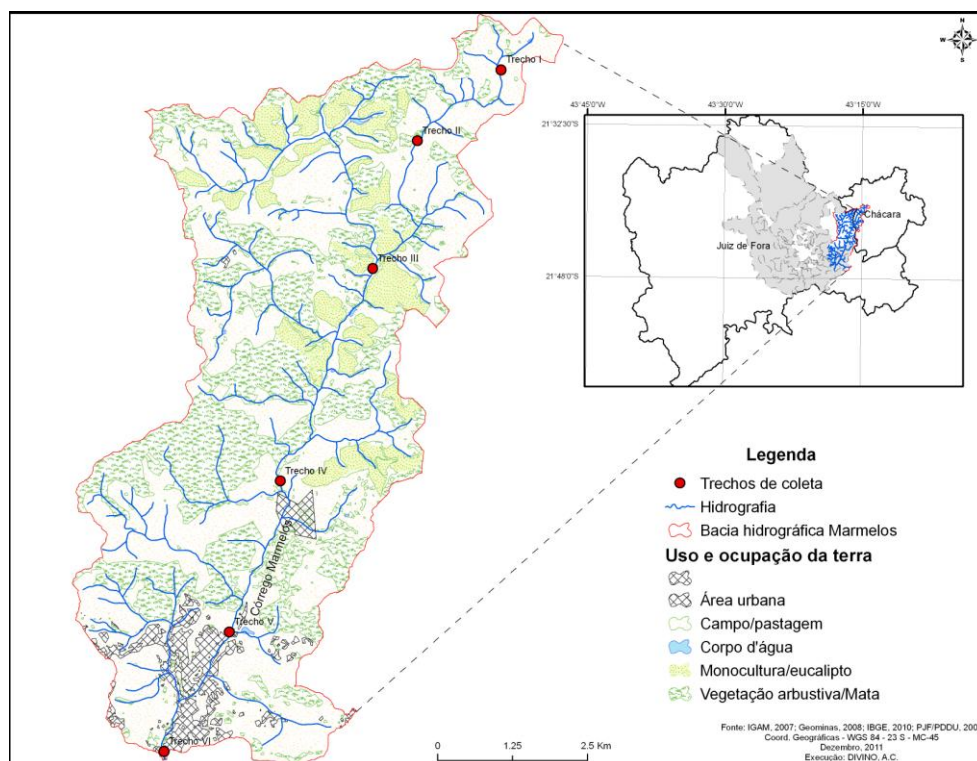


ANEXO II: Fotografia do trecho VI, córrego Marmelos. Fonte: O autor.

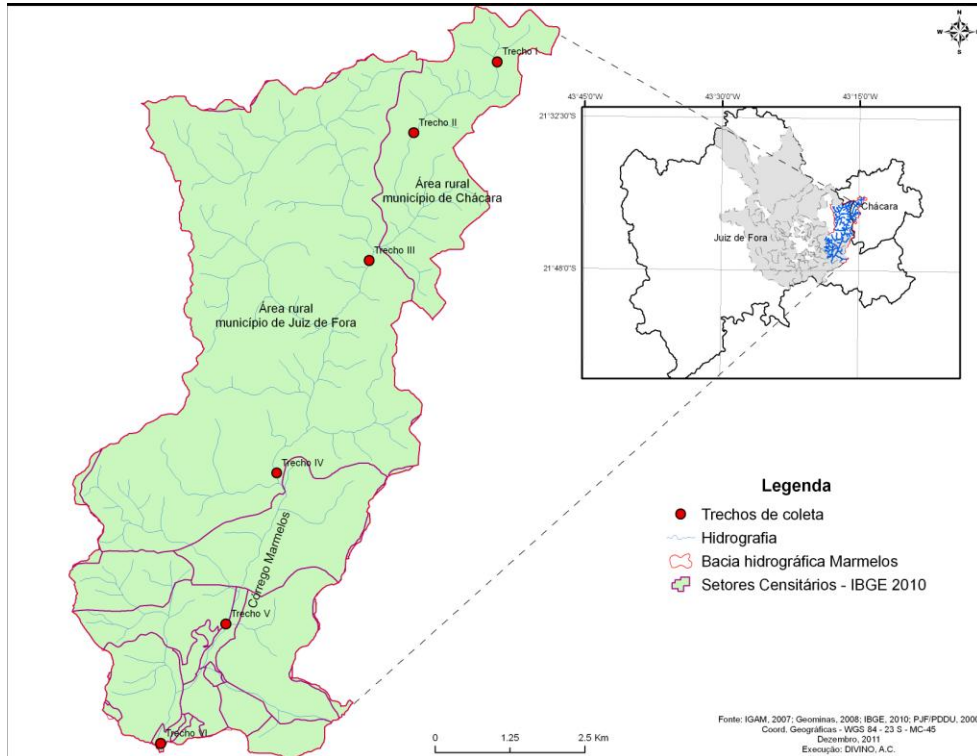
ANEXO III



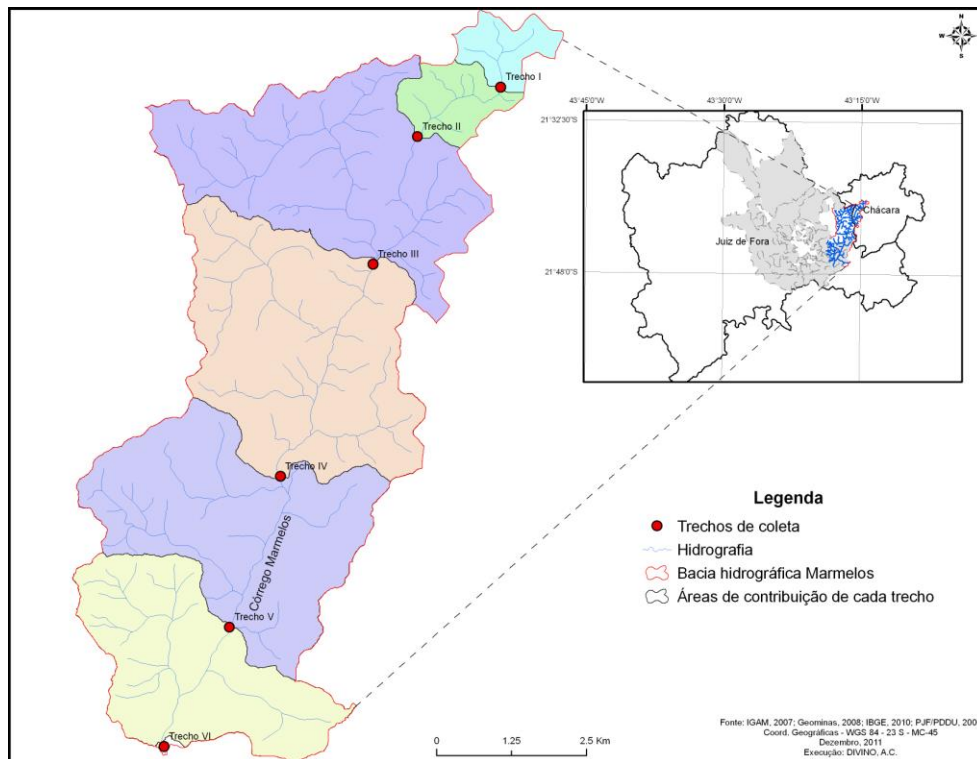
ANEXO III – A: Geomorfologia da bacia hidrográfica Marmelos.



ANEXO III – B: Classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica Marmelos.



ANEXO III – C: Setores Censitários da bacia hidrográfica Marmelos.



ANEXO III – D: Área de contribuição (micro-bacias) para os trechos analisados da bacia hidrográfica Marmelos.

ANEXO IV

Quadro 1: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987). (Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

<i>Descrição do Ambiente</i>			
<i>Localização:</i>			
<i>Data de Coleta:</i> ____ / ____ / ____		<i>Hora da Coleta:</i> _____	
<i>Tempo (situação do dia):</i>			
<i>Modo de coleta (coletor):</i>			
<i>Tipo de Ambiente: Córrego () Rio ()</i>			
<i>Largura média:</i>			
<i>Profundidade média:</i>			
<i>Temperatura da água:</i>			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	<i>4 pontos</i>	<i>2 pontos</i>	<i>0 ponto</i>
<i>1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)</i>	<i>Vegetação natural</i>	<i>Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento</i>	<i>Residencial/ Comercial/ Industrial</i>
<i>2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito</i>	<i>Ausente</i>	<i>Moderada</i>	<i>Acentuada</i>
<i>3. Alterações antrópicas</i>	<i>Ausente</i>	<i>Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)</i>	<i>alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilinização do curso do rio)</i>
<i>4. Cobertura vegetal no leito</i>	<i>Parcial</i>	<i>Total</i>	<i>Ausente</i>
<i>5. Odor da água</i>	<i>Nenhum</i>	<i>Esgoto (ovo podre)</i>	<i>óleo/industrial</i>
<i>6. Oleosidade da água</i>	<i>Ausente</i>	<i>Moderada</i>	<i>Abundante</i>
<i>7. Transparência da água</i>	<i>Transparente</i>	<i>turva/cor de chá-forte</i>	<i>opaca ou colorida</i>
<i>8. Odor do sedimento (fundo)</i>	<i>Nenhum</i>	<i>Esgoto (ovo podre)</i>	<i>óleo/industrial</i>
<i>9. Oleosidade do fundo</i>	<i>Ausente</i>	<i>Moderado</i>	<i>Abundante</i>
<i>10. Tipo de fundo</i>	<i>pedras/cascalho</i>	<i>Lama/areia</i>	<i>cimento/canalizado</i>

Quadro 2: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford et al. (1997). (Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos freqüentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Freqüência de rápidos	Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18 Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrofitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20 Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão freqüentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; freqüentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrofitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrofitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifton.	Algas filamentosas ou macrofitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrofitas (p.ex. aguapé).

Quadro 3: Resultado de aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR) nos córregos A, B e C da Fazenda Floresta - Juiz de Fora – MG.

Parâmetros Trechos	AI	AII	AIII	BI	BII	BIII	CI	CII	CIII
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	4	4	2	4	4	4	4	4	2
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	2	4	4	2
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	2	4	2	4	4	2	4	4	2
11	5	5	5	5	5	4	5	5	4
12	2	2	2	3	2	2	3	2	2
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	3	3	3	2	2	2	3	2	2
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16	5	3	3	5	5	3	5	3	3
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	5	5	5	5	5	3	5	5	3
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	5	5	3	5	5	3	5	3	5
21	5	5	5	5	3	3	5	5	5
22	5	3	3	5	3	3	3	3	3
Pontuação	88	88	82	92	87	76	91	85	78
Avaliação	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL

0 a 40 pontos = representam trechos "impactados"

41 a 60 pontos = representam trechos "alterados"

Acima de 61 pontos = representam trechos "naturais"

Quadro 4: Resultado de aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR) no córrego Marmelos - Juiz de Fora – MG.

Parâmetros Trechos	I	II	III	IV	V	VI
1	2	4	4	0	2	0
2	4	4	2	2	4	4
3	2	4	4	2	2	2
4	4	4	4	4	0	0
5	4	4	4	4	4	2
6	4	4	4	4	4	4
7	4	2	4	2	4	2
8	4	4	4	2	4	2
9	4	4	4	4	4	4
10	2	2	2	2	3	2
11	3	3	5	3	3	2
12	2	3	2	3	3	2
13	2	0	2	2	5	2
14	2	2	3	2	2	0
15	5	5	5	3	5	5
16	3	5	3	3	2	3
17	5	3	5	3	2	0
18	5	5	5	3	5	5
19	2	3	5	2	0	0
20	5	5	3	3	2	3
21	3	3	5	3	0	0
22	3	0	3	3	0	0
Pontuação	74	73	82	59	60	44
Avaliação	NATURAL	NATURAL	NATURAL	ALTERADO	ALTERADO	ALTERADO

0 a 40 pontos = representam trechos "impactados"

41 a 60 pontos = representam trechos "alterados"

Acima de 61 pontos = representam trechos "naturais"