

Tabela 16. Matriz de Correlação (coeficientes de correlação de Pearson) entre as variáveis em estudo

	Ca	Fe	K	Mg	Na	S	Cl	Clor	Nitr	Sulf	Alca	CE	Cor	OD	SS
Ca	1,00														
Fe	0,46	1,00													
K	0,48	0,40	1,00												
Mg	0,63	-0,08	0,30	1,00											
Na	0,34	-0,23	0,49	<b>0,72</b>	1,00										
S	0,44	-0,02	0,27	0,53	0,46	1,00									
Cl	0,66	0,52	0,21	0,20	-0,05	0,03	1,00								
Clor	0,41	-0,26	0,44	<b>0,80</b>	<b>0,86</b>	0,19	0,03	1,00							
Nitr	-0,59	-0,52	<b>-0,83</b>	-0,19	-0,12	-0,12	-0,33	-0,25	1,00						
Sulf	0,19	-0,28	0,06	0,58	0,46	<b>0,77</b>	-0,25	0,32	0,08	1,00					
Alca	<b>0,77</b>	0,35	0,26	0,43	0,18	0,05	<b>0,85</b>	0,34	-0,42	-0,15	1,00				
CE	0,65	-0,18	0,41	<b>0,94</b>	<b>0,80</b>	0,43	0,19	<b>0,90</b>	-0,29	0,47	0,48	1,00			
Cor	0,53	0,01	0,53	<b>0,84</b>	0,56	0,42	0,09	<b>0,73</b>	-0,55	0,47	0,30	<b>0,81</b>	1,00		
OD	-0,42	0,02	-0,24	<b>-0,75</b>	-0,33	-0,35	-0,17	-0,53	0,20	-0,53	-0,15	-0,65	<b>-0,76</b>	1,00	
SS	0,52	<b>0,93</b>	0,37	0,04	-0,19	0,20	0,46	-0,27	-0,49	-0,10	0,25	-0,11	0,10	-0,09	1,00

Observa-se correlações altas e positivas entre as variáveis CE-Na (0,80), CE-Clor (0,90) e CE-Mg (0,94). Resultados semelhantes foram encontrados por Girão et al. (2007) e Andrade et al. (2007a) estudando qualidade da água na região litorânea do Ceará. Os autores explicam que as essas altas correlações são esperadas, uma vez que a CE expressa a quantidade de sais presentes na água. McNeil et al. (2005) avaliando as características químicas da água e sua variação espacial na Austrália, identificou que o sódio é o principal cátion presente nas águas, sendo a localização geográfica o principal agravante, ou seja, corpos hídricos mais próximos ao litoral, podem apresentar valores de sais dissolvidos maiores, devido à intrusão salina pelos ventos (VON SPERLING, 2005).

Em ambientes aquáticos de regiões tropicais, a condutividade elétrica relaciona-se mais à composição geoquímica e às condições de seca e chuva do que com o estado trófico (ESTEVES, 1998), além disso, Carvalho et al. (2000) explicam que a condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Isso foi notado na relação direta da relação CE-Cor (0,81).

As altas correlações formadas entre o Mg-Na (0,72), Mg-Clor (0,80) e Na-Clor (0,0,86) pode ser devido às elevadas concentrações de carbonatos, como verificado nos carbonos inorgânicos. Águas com elevadas concentrações de carbonatos há tendência para a precipitação do cálcio e do magnésio, sob a forma de carbonatos, aumentando, assim, a concentração de sódio, devido sua maior solubilidade em relação aos carbonatos de cálcio e magnésio (HOLANDA; AMORIM, 1997, apud FRANCELENO et al., 2002).

A correlação negativa entre o Nitr-K (-0,83) e a baixa correlação entre Nitr-P (-0,35) contradiz algumas pesquisas que relacionam o uso de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos na agricultura e os aumentos da concentração desses elementos na água (BLINKLEY et al., 1999; BRITO et al., 2006; MENEZES et al., 2009; LUCAS et al., 2010; MOURA et al., 2010; BARROS et al., 2011). Alguns autores (SLIVA; WILLIAMS, 2001; LIMA, 2008; BARROS et al., 2010) atribuem tal fato a retenção desses compostos à preservação das APP's, neste caso as de curso d'água.

A correlação positiva entre Cor-Mg (0,84) e Cor-Clor (0,73) pode ser explicada em Cetesb (2008), por esses compostos inorgânicos ser capazes de possuir as propriedades e os efeitos de matéria em estado coloidal, interferindo na passagem da luz.

O Fe-SS (0,93) apresentou correlação positiva. Deve-se destacar a influência da presença do ferro na coagulação e floculação de sólidos dissolvidos. As águas que contêm ferro caracterizam-se por formar flocos geralmente pequenos, ditos como “pontuais” (CETESB, 2008).

Grayson et al. (1993) monitorando os impactos das operações silviculturais sobre a qualidade da água em duas microbacias hidrográficas na Austrália, observaram que as variáveis turbidez, sólidos suspensos totais e Fe, estavam fortemente correlacionados ( $r > 0,90$ ). Neste caso, os autores atribuíram a forte correlação à operação de colheita, entretanto no presente monitoramento realizado não foi possível evidenciar o observado pelos autores.

A relação positiva entre a Alca-Ca (0,77) e Alca-Cl (0,85) é caracterizada pelo fator do Alcalinidade da água ser formada pelos bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), componentes básicos dos carbonos inorgânicos (CI) como citado em Von Sperling (2005).

Quanto a relação OD-Mg (-0,75), Von Sperling (2005) afirma que os cátions bivalentes, como é o caso do  $\text{Mg}^{2+}$ , em concentrações elevadas, aumenta o consumo de oxigênio, sendo representada pela menor incidência de espuma na água. Já OD-Cor (-0,76) pode ser devido a elevada cor da água que dificulta a penetração dos raios solares e conseqüentemente menor produção de oxigênio pelas algas, diminuindo a contribuição fotossintética de oxigênio dissolvido (CETESB, 2008).

A relação entre S-Sulf (0,77) já era esperada, pois o sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) é um variante do elemento enxofre (S).

### 5.3. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

Seguem apresentados na Tabela 17, os números de componentes extraídos, os autovalores, a proporção de variância retida por cada

componente, os autovalores acumulados e a variância acumulada nos componentes. Nota-se que um modelo com quatro primeiros componentes foi adequado para representar 70% ou mais da variância acumulada das variáveis, conforme também realizado por outros autores quando estudaram qualidade da água (ANDRADE et al., 2005; ANDRADE et al., 2007b; ANDRADE et al., 2007a; BRITO et al., 2006; GIRÃO et al., 2007; MOURA et al., 2010).

Tabela 17. Estimativas dos autovalores da matriz de correlação (R) e variância retida pelos componentes

Componentes	Autovalores	Variância unitária (%)	Autovalores Acumulados	Variância acumulada
<b>1</b>	<b>7,905</b>	<b>31,622</b>	<b>7,905</b>	<b>31,622</b>
<b>2</b>	<b>4,633</b>	<b>18,533</b>	<b>12,539</b>	<b>50,155</b>
<b>3</b>	<b>3,894</b>	<b>15,576</b>	<b>16,433</b>	<b>65,731</b>
<b>4</b>	<b>1,843</b>	<b>7,371</b>	<b>18,276</b>	<b>73,102</b>
5	1,548	6,193	19,824	79,295
6	1,188	4,753	21,012	84,048
7	1,103	4,412	22,115	88,461

Os quatro primeiros componentes foram suficientes para explicar 73,1% da variância total das 25 variáveis analisadas na ACP. Verifica-se, que a primeira componente explicou 31,622%, a segunda 18,533%, a terceira 15,576% e a quarta 7,371% da variância total dos dados. Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade et al. (2007a) ao pesquisarem os fatores antrópicos e naturais que determinam a qualidade das águas superficiais na Bacia do Baixo Acaraú no estado do Ceará pelo emprego da técnica de AF/ACP.

Campello et al. (2005) analisando a qualidade das águas da floresta de São Francisco de Paula no Rio Grande do Sul, utilizou os dois primeiros componentes para explicar 61,2% da variância total dos dados. Da mesma forma, Haase e Possolli (1993) obtiveram com um modelo de dois componentes 79,1% de explicação total dos dados de qualidade de água, sendo 50,4% pelo primeiro e 28,7% pelo segundo.

Um modelo de três componentes foi utilizado por Almeida e Schwarbord (2003) para explicar apenas 50,79% da variância das 13 variáveis analisadas. Similarmente, Andrade et al. (2007b), estudando os fatores

determinantes da qualidade da água no Alto Acaraú no Ceará obtiveram bons resultados com três componentes, sendo 39,81% de variância total no primeiro, 29,22% no segundo e 19,16 para o terceiro, reduzindo de 26 variáveis analisadas para 16. Nesse ínterim, Toledo e Nicolella (2002) a fim de avaliar a qualidade da água em microbacias agrícolas sob diferentes usos do solo para compor um IQA, encontraram que os três primeiros fatores explicaram 71% da variância dos dados.

Brito et al. (2006), objetivando a classificação das fontes hídricas superficiais na bacia do rio Salitre na Bahia, avaliou que três componentes explicavam 86,92% e 71,25% da variância total acumulada, nos períodos de chuvas e sem chuvas, respectivamente. Analogamente, Girão et al. (2007) selecionando IQA's no rio Jaibas no Ceará, verificaram que três componentes atendiam ao seu estudo com 80,19% de variância total e 37,57%, 30,87% e 11,75% de variância unitária para cada um dos três componentes, nessa ordem.

Lopes et al. (2009), propondo um índice de sustentabilidade no perímetro irrigado do Baixo Acaraú, no Ceará, usando a técnica ACP, necessitou das cinco primeiras componentes para explicar respectivamente 20,77; 16,53; 15,64; 13,12 e 13,06% da variância total dos dados, concentrando, assim, em cinco dimensões 79,14% das 27 variáveis analisadas e reduzindo-as para 12 apenas.

Um modelo com oito componentes, foi esboçado por Moura et al. (2010), quando relacionaram a qualidade da água e o uso e ocupação do solo na bacia do Gama em Brasília, explicando juntas 70,88% da variância dos dados, reduzindo de 24 variáveis estudadas para apenas 8.

#### 5.4. CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES DETERMINANTES DA QUALIDADE DA ÁGUA

Na Tabela 18 estão apresentados os números de componentes com autovalor superior a um, as cargas fatoriais finais rotacionadas pelo método *Varimax* normalizada, os autovalores, as comunalidades e a variância unitária e

total de cada um dos componentes. Nota-se que as comunalidades são altas para todas as variáveis apresentadas, assim sendo, a maior parte da variância para cada uma das variáveis é explicada pelos sete fatores comuns. Exemplificando, no caso da variável cálcio, as comunalidades encontradas foram de 93,9%, indicando que 93,0% da variação dessa variável é explicada pelos fatores comuns.

Tabela 18. Matriz das cargas fatoriais rotacionadas pelo algoritmo *Varimax* nos sete componentes principais, comunalidades associadas, autovalores e variância unitária

Variáveis	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Comunalidades
Ca	0,334	0,488	-0,013	0,661	0,333	0,193	-0,059	0,939
Cu	0,347	0,200	0,513	0,150	-0,076	0,369	0,338	0,703
Fe	-0,254	<b>0,858</b>	0,039	0,243	-0,088	0,141	-0,145	0,909
K	0,483	0,651	0,460	0,030	0,112	-0,166	0,014	0,909
Mg	<b>0,767</b>	0,002	-0,144	0,306	0,419	0,170	-0,233	0,962
Na	<b>0,733</b>	-0,121	0,341	0,060	0,439	0,118	0,063	0,882
P	0,576	-0,048	0,179	0,447	0,052	0,024	0,542	0,864
S	0,171	0,132	0,001	0,055	<b>0,926</b>	-0,112	-0,063	0,924
Zi	0,148	0,034	0,131	-0,026	-0,190	<b>0,917</b>	0,104	0,928
Cl	-0,088	0,287	0,031	<b>0,910</b>	-0,070	-0,074	-0,173	0,960
CO	<b>0,740</b>	-0,080	-0,073	-0,351	-0,089	0,187	0,123	0,740
Clor	<b>0,935</b>	-0,126	0,118	0,174	0,096	0,108	0,025	0,955
Nitr	-0,385	<b>-0,798</b>	-0,164	-0,152	0,084	0,189	-0,086	0,885
Sulf	0,322	-0,100	-0,295	-0,187	<b>0,802</b>	-0,174	-0,169	0,938
Amon	0,461	0,033	0,025	0,699	-0,068	-0,216	0,345	0,874
Alca	0,217	0,181	0,121	<b>0,897</b>	-0,042	0,091	-0,047	0,912
CE	<b>0,845</b>	-0,039	-0,031	0,351	0,340	0,133	-0,029	0,973
Cor	<b>0,861</b>	0,270	-0,152	0,089	0,193	-0,135	-0,188	0,937
DQO	0,586	-0,067	-0,458	0,185	0,042	-0,210	0,045	0,640
OD	-0,619	-0,119	0,461	-0,118	-0,179	0,085	0,433	0,850
SS	-0,225	<b>0,873</b>	-0,079	0,199	0,105	0,121	-0,103	0,895
SD	0,260	-0,027	-0,640	-0,048	0,546	-0,091	0,068	0,791
Temp	-0,161	-0,129	0,097	-0,143	-0,130	0,109	<b>0,882</b>	0,880
Turb	-0,336	0,525	-0,669	0,102	0,342	0,003	-0,016	0,964
pH	-0,186	0,252	<b>0,735</b>	0,304	0,037	0,051	0,241	0,792
Autovalores	6,304	3,496	2,070	3,571	2,686	1,521	2,467	
Variância unitária (%)	25,218	13,983	8,282	14,285	10,743	6,083	9,867	

A rotação dos eixos possibilitou a melhor identificação dos fatores, redistribuindo as cargas fatoriais entre os coeficientes mais próximos de 1 e -1.

Destacam-se em cada fator da Tabela 18, os valores maiores, menores ou iguais a 0,7. É válido lembrar que os autovalores e a variância unitária

sofreram uma redistribuição entre os fatores quando rotacionados; porém a soma da variância acumulada e os autovalores acumulados permanecem iguais, em 88,461% e 22,115, respectivamente.

Os fatores que compõem a qualidade da água foram extraídos usando o método de ACP sobre a matriz de correlação (R). Para analisar de maneira eficaz as variáveis que mais representam a qualidade da água em fatores, utilizou-se para tanto, as recomendações de Cruz e Regazzi (1997).

Assim sendo, descartam-se os fatores 5, 6 e 7 representados pelas variáveis enxofre (S) e sulfato (Sulf), zinco (Zn) e temperatura (Temp), respectivamente. Nesta lógica, segundo o significado ambiental as variáveis de qualidade de água (CETESB, 2008), nota-se que realmente as variáveis descartadas representam pouco a qualidade da água analisada. De certo, a temperatura do curso hídrico é influenciada única e exclusivamente pela radiação solar e as demais variáveis pela influência dos atributos de química do solo.

Com o propósito de caracterizar os fatores, baseou-se nas cargas das variáveis para tentar compreender o significado de cada fator e nomeá-los. Desse modo, no fator 1 destaca-se as altas correlações formadas pelas variáveis Mg (0,76), Na (0,73), CO (0,74), Clor (0,93), CE (0,84) e Cor (0,86) caracterizando-o como “**fator mineral**” por expressar uma maior associação às variáveis indicadores de enriquecimento por íons solúveis com pesos elevados.

Os resultados deste estudo foram semelhantes aos encontrados por Andrade et al. (2007b) no primeiro fator, coincidindo as variáveis Mg, Na, CE e Clor. Já Andrade et al. (2007a) encontram as mesmas variáveis além da dureza, no quarto fator. Girão et al. (2007) encontraram no primeiro fator correlação positiva com o  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{2+}$  e a RAS, e o nomearam em mineral devido a mineralização das águas no semiárido do nordeste do Brasil, por ser um fator importante na determinação de sua qualidade. Almeida e Schwarboard (2003) encontraram na primeira componente os variáveis cloretos e alcalinidade e atribuíram esse aumento às atividades industriais existentes próximas as estações de coleta.

Brito et al. (2006) classificando fonte hídricas em épocas de chuva e sem chuva, encontraram no fator um variáveis também relacionadas à salinidade das águas, sendo  $\text{Cl}^-$ , Na,  $\text{SO}_4$ ; no período sem chuvas, as variáveis mais significativas foram Dureza total,  $\text{HCO}_3^-$  e Mg, embora as demais tenham também expressiva contribuição.

O segundo fator correlacionou-se positivamente com as variáveis Fe (0,85) e SS (0,87) e pode ser caracterizado como “**fator sólido**”. Como já apresentado em tópicos anteriores por Cetesb (2008), o fato do ferro e sólidos suspensos se apresentarem na mesma componente está relacionado ao processo de floculação causado pelo carbonato ferroso a materiais sólidos presentes na água provenientes do carreamento do solo tornando-os pequenos flocos.

Andrade et al. (2007a) encontraram valores próximos aos observados para seu primeiro fator e afirmam que essa maior carga de sólidos, possivelmente, tem sua origem no escoamento superficial das áreas agrícolas e nos depósitos de resíduos sólidos existentes próximos aos cursos d'água.

O transporte de sedimentos, refletido nas variáveis cor, turbidez, sólidos suspensos e o pH, foi evidenciado por Andrade et al. (2007b) no terceiro fator, caracterizando o escoamento superficial das áreas agrícolas e clima. Almeida e Scwarboard (2003) evidenciaram no segundo componente o fator sólidos e julgaram a possibilidade à maior precipitação durante as coletas.

No terceiro fator, apenas a variável pH apresentou forte correlação positiva (0,73). Esse fator pode ser denominado como “**fator acidez**” possivelmente relacionado à acidez dos solos da microbacias, certamente o único contribuinte. Almeida e Scwarbord (2003) relatam que a variação do pH pode ser considerado um fator sazonal preponderante, representado pela variação na pluviosidade.

No quarto fator encontram-se positivamente correlacionadas as variáveis carbono inorgânico (CI) (0,91) e alcalinidade (0,89), sendo nomeada como “**fator pedológico**”. Esse fator recebeu essa denominação, devido os principais constituintes da alcalinidade ser os bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ), sendo os bicarbonatos e carbonatos os elementos



formadores do carbono inorgânico originário da dissolução de rochas carbonatadas (VON SPERLING, 2005). Moura et al. (2010) acrescentam que essas variáveis podem representar indicadores geoquímicos e físico-químicos.

Andrade et al. (2007b) detectou elementos que favoreciam a alcalinidade na água, como a própria alcalinidade do bicarbonato e o cálcio, além de outros em seu primeiro fator e concluiu, portanto, que fica evidente o intemperismo dos componentes geológicos do solo sobre essas variáveis.

Coerente ao autor citado anteriormente, Brito et al. (2006) denominaram o fator dois de alcalinidade, em estudo de classificação de fontes hídricas na bacia do rio Salitre na Bahia, agregando as variáveis  $\text{HCO}_3$ , Dureza total, Mg,  $\text{CO}_3$  e Fe no período de chuva e Na, RAS e Cl no período sem chuva.

## 5.5. ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DURANTE AS ATIVIDADES

Por meio da Figura 5 e com auxílio da Tabela 19, nota-se que o agrupamento ocorreu, em muitos casos, obedecendo a uma sequência temporal e espacial das amostragens da água, coletadas após a realização de uma atividade (números eixo das abscissas do dendograma) e eventos de chuva. Isto permite inferir, que a qualidade da água nas microbacias monitoradas sofreu alteração temporal (dentro da mesma microbacia) e espacial (entre as microbacias próximas), podendo-se pressupor que as atividades desenvolvidas dentro das microbacias influenciaram pouco ou quase nada na qualidade da água.

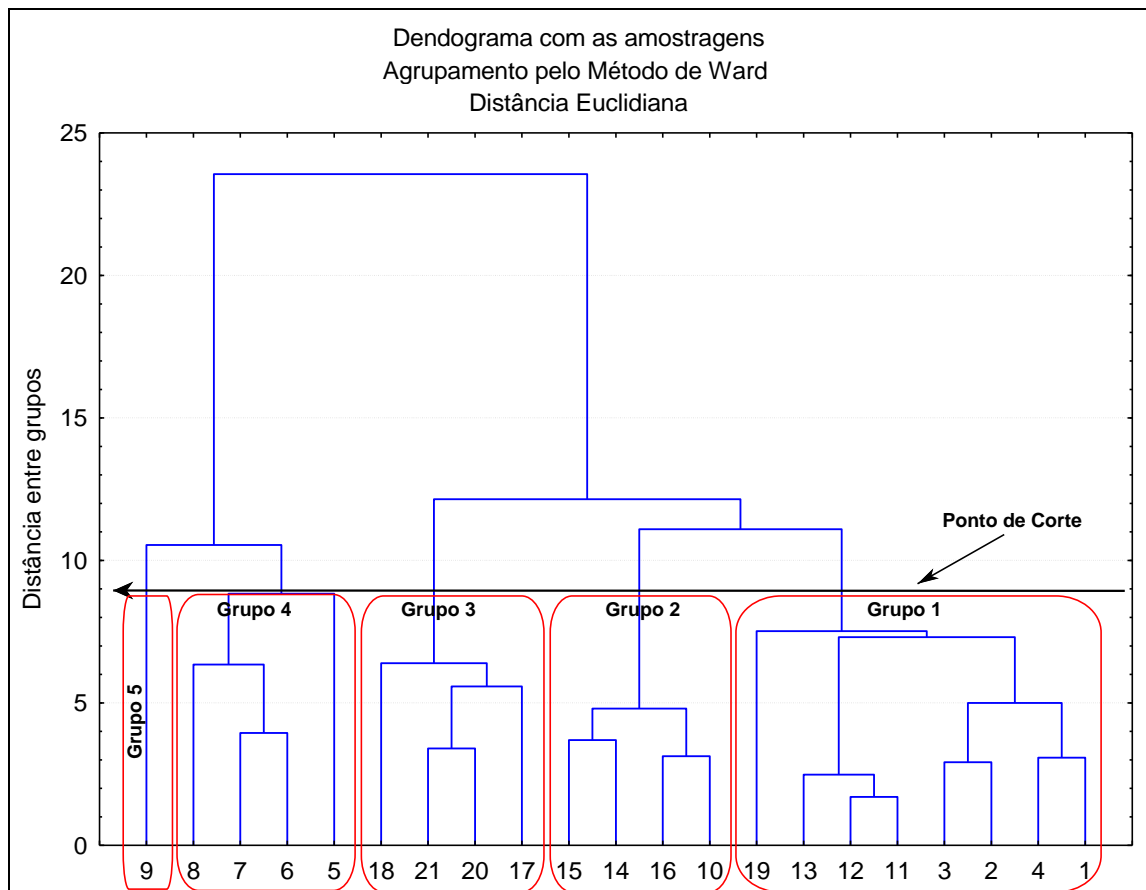


Figura 5. Dendograma dos grupos formados com as amostragens das atividades desenvolvidas nas microbacias no eixo das abscissas.

Tabela 19. Grupos formados, as amostragens, as Intensidades de Precipitação (IP), as datas de coleta, as microbacias hidrográficas (MB) monitoradas e a descrição das atividades desenvolvidas

Grupos	Amostragens	IP	Data	MB	Atividade	Descrição da atividade ou operação silvicultural
1	11	60,96	04/01/12	3	8	Primeiro combate a formiga, Capina química pré-plantio, Eliminação química da cepa
	12	6,10	06/01/12	3	9	Eliminação química da cepa, capina química pré-plantio, Subsolação com adubação, Limpeza da linha de plantio
	13	45,72	13/01/12	3	10	Subsolação com adubação e plantio
	2	15,24	17/02/12	1	2	Abertura de estradas, Colheita e transporte
	3	3,05	07/03/12	1	3	Limpeza de cepas e Primeiro combate a formiga
	4	30,48	19/03/12	1	4	Primeiro combate a formiga
	1	0,00	25/01/12	1	1	Referência
2	19	56,88	04/01/12	4	7	Colheita
	10	0,00	05/06/12	3	1	Referência
	16	30,48	19/03/12	3	13	Capina química pós-plantio
	14	15,24	17/02/12	3	11	Plantio
3	15	3,05	07/03/12	3	12	Segundo repasse a formiga
	20	7,11	09/05/12	4	14	Primeiro combate a formiga, Capina química pré-plantio, Eliminação química da cepa, limpeza da linha de plantio, Subsolação com adubação e plantio
	21	12,19	13/06/12	4	5	Roçada
	17	9,14	15/05/12	3	15	Adubação 3º mês
4	18	0,00	05/06/12	4	1	Referência
	6	24,38	17/02/12	2	5	Roçada
	7	42,67	07/03/12	2	4	Primeiro combate a formiga
	8	42,67	20/03/12	2	6	Primeiro combate a formiga e abertura de estradas
5	5	0,00	04/01/12	2	1	Referência
	9	9,14	09/04/12	2	7	Colheita

As atividades apresentadas na Tabela 19 seguem uma ordem crescente de similaridade, ou seja, a distância entre o grupo formado pela ligação da atividade 11 e 12 é mais semelhante (possui a menor distância euclidiana), que o estágio formado entre 4 e 1 no mesmo grupo, o mesmo segue para os demais atividades grupos.

Por meio da Tabela 20 e como ilustra a Figura 5, detecta-se que o **grupo 1** foi formado basicamente pela MB 1 e 3 localizadas próximas, como pode ser visualizado no Figura 1 na parte metodológica deste trabalho.

Dentro do grupo 1, observa-se ainda, que as amostragens 11, 12 e 13 (MB 3) obedeceram uma sequência cronológica (04/01/12, 06/01/12 e 13/01/12, respectivamente), assim como também pode ser registrado nas amostragens 2, 3, 4 e 1 (MB 1) com as seguintes datas de amostragem 17/02/12, 07/03/12, 19/03/12 e 25/01/12, respectivamente. A presença da amostragem 19 da MB 4 incluída no grupo 1 é coerente, pois essa coleta foi realizada no mesmo dia que a amostragem 11 da MB 3 (04/01/12) e próxima das amostragens da MB 1, reforçando a hipótese de agrupamento temporal da qualidade da água. Outro fato a ser observado no grupo 1, foi a incoerência do agrupamento das amostragens desse grupo com as diferentes IP's registradas para cada uma delas. Em suma, pode-se afirmar que os fatores relacionados ao clima, como o decréscimo na frequência de precipitação, e a preservação das APP's influenciaram, indubitavelmente, mais que as atividades desenvolvidas no interior de cada microbacia monitorada.

Ahtiainen e Huttunen (1999) observaram em estudo que, quando há áreas de preservação permanente, os teores de os sólidos suspensos, fósforo total, fosfato ou nitrogênio, não aumentaram em resposta as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica. Vancley (2009) salienta que, as florestas plantadas oferecem evidências suficientes sobre a redução do escoamento superficial e a forma de gerir essas plantações, pode beneficiar a longo tempo a quantidade e a qualidade da água.

O **grupo 2** foi formado em sua totalidade pelas atividades restantes da MB 3. Pode-se destacar nesse grupo, levando em consideração a ordem crescente de similaridade, que a amostragem 10 (última coleta da MB 3 dia

05/06/12), foi mais similar com a amostragem 16 (antepenúltima coleta da MB 3 dia 19/03/12), demonstrando período sequente. Ainda nesse grupo, vê-se a ligação entre a amostragem 14 e 15 (em coletas sequentes, dias 17/02/12 e 07/03/12) ao estágio formado pelas amostragens 10 e 16.

O **grupo 3**, formado pelas amostragens da MB 4 e pela penúltima da MB 3 (amostragem 17), corroborou com o observado nos demais grupos, quando comparado à sequência temporal das amostragens 20 e 21 (dias de coleta 09/05/12 e 13/06/12) e amostragens 17 e 18 da MB 4 (dias de coleta 15/05/12 e 05/06/12). Semelhantemente aos demais grupos foi observado no **grupo 4**. Contudo, vale observar que neste grupo, as amostragens apresentaram maiores distâncias entre os estágios. Isso se deve ao fato da MB 2 possuir maior variabilidade da qualidade da água como já discutido e argumentado no tópico 5.1 neste estudo.

A amostragem 9 (última da MB 2, dia 09/04/12) formou sozinha o **grupo 5** por consequência, como já abordado anteriormente, por ter sido a última coleta nessa MB e por se aproximar da época de estiagem, apresentava baixo nível do curso d'água e em virtude disso, apresentou qualidade da água inferior. Moura et al. (2010) detectaram uma dispersão nos valores da concentração das variáveis de qualidade de água, em função da precipitação e redução da vazão dos cursos d'água, obedecendo à uma função temporal e espacial, utilizando a análise de agrupamento para relacionar o uso do solo e qualidade da água na Bacia do Gama, no Distrito Federal. Entretanto, no presente estudo, observa-se, como já discutido, que as diferentes IP's não influenciaram na formação dos grupos.

Quanto a relação declividade e variabilidade na qualidade das águas como foi observado na MB 2, Fernandes et al. (2010) mostraram utilizando a análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água, que o efeito da declividade na velocidade do escoamento das águas, favorecem uma significativa concentração dos constituintes iônicos. Gastaldini e Mendonça (2001) salientam ainda, que a variabilidade dos atributos determinantes da qualidade das águas é definida pelas condições naturais do clima, da

geomorfologia e geoquímica do ambiente, bem como pelo uso e ocupação do solo.

McNeil et al. (2005), estudando por meio da análise de agrupamento dados de qualidade de água superficial de cerca 30 anos de coleta, encontraram concentrações relativamente elevadas para o cloreto de sódio e magnésio, e baixas para cálcio e sulfato. Descobriram ainda, que a localização geográfica tem um maior impacto sobre os principais cátions e ânions. A colocação dos autores pode ser aceita também para o presente estudo.

Brito et al. (2006), utilizando a análise de agrupamento com o intuito de classificar as fontes hídricas superficiais da BH do rio Salitre na Bahia, observaram que a mudança de classes das barragens/açudes entre os períodos, como consequência na melhoria da qualidade das águas, está associada ao carreamento de sais do solo para as fontes hídricas, proporcionando maior concentração de solutos no início do período das chuvas. Como as precipitações pluviométricas ocorridas nessa região foram suficientes para que a água armazenada nesses reservatórios atingisse a cota máxima do sangradouro, ocorreu renovação das águas dessas fontes, melhorando sua qualidade.

Entretanto, levando-se em conta o efeito da precipitação e margens de rios desprotegidas, de maneira oposta, Almeida e Schwarzbord (2003) em estudo sobre a avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro no Rio Grande do Sul, alegaram que a subdivisão entre os grupos formados no estudo deles, relacionou principalmente com um aumento de sólidos em suspensão, devido a maior pluviosidade no período que antecedeu as coletas.

Guimarães et al. (2008) comparando os resultados obtidos no monitoramento em talhões de diferentes idades de reflorestamento com áreas de mata nativa, concluíram, preliminarmente, que a atividade de silvicultura não interfere de forma considerável na qualidade das águas superficiais. Por outro lado, em um trabalho semelhante na mesma região, Guimarães et al. (2010) identificaram que o cultivo de pinus em microbacias com relevo acentuado proporciona maior perda de sedimentos e nutrientes do solo.

## 5.6. FORMULAÇÃO DE UM ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

Seguem apresentados na Tabela 20, os valores das variáveis padronizadas ( $q_i$ ) correspondentes a cada coleta em cada microbacia em ordem cronológica do monitoramento. Calculou-se um IQA para cada uma das microbacias estudadas a fim de confrontar os resultados das amostragens e as intensidades das precipitações a esse valor numérico sintetizado ao longo do monitoramento.

Tabela 20. Variáveis de qualidade de água padronizadas (*qi*) utilizadas no cálculo do Índice de Qualidade de Águas (IQA) de cada microbacia hidrográfica (MB) seguida das datas de coleta e atividades monitoradas (Ativ)

MB	Ativ	Data	Variáveis											
			CE	Cor	Clor	Nitr	Mg	Alca	Na	Cl	CO	Fe	pH	SS
1	1	25/01	-0,58	-0,53	-0,59	1,3	-0,3	-0,57	-0,26	0,16	-0,8	-0,67	-1,16	-0,61
	2	17/02	-0,27	-0,7	-0,32	1,53	0,09	-0,47	-0,51	-0,84	0,6	-0,66	-0,41	-0,72
	3	07/03	-0,69	-0,62	0,03	1,4	-0,2	-0,55	-0,21	-0,49	1,26	-0,34	-0,41	-0,34
	4	19/03	-0,65	-0,61	-0,44	1,63	-0,24	-0,33	-0,27	0,19	-0,84	-0,69	-0,28	-0,5
2	1	04/01	1,12	0,5	0,09	1,03	1,59	-0,42	0,68	-0,27	-0,01	-0,48	-1,63	0,33
	5	17/02	1,96	2,21	2,15	-1,24	1,67	-0,2	1,5	-0,85	1,84	-0,36	-0,72	-0,12
	4	07/03	1	2,07	1,75	-1,24	1,13	-0,45	1,37	-0,78	2,08	0,03	-0,77	0,03
	6	20/03	1,12	1,81	0,41	-0,99	1,52	0,18	0,81	-0,02	0,27	-0,11	0,06	0,33
	7	09/04	2,31	1,3	1,81	-1,15	1,93	3,58	0,79	3,35	0,05	0,49	0,38	0,56
3	8	04/01	-0,42	-0,66	-0,49	0,94	-0,78	-0,28	-0,73	-0,42	-0,68	-0,22	0,71	-0,42
	9	06/01	-0,38	-0,36	-0,49	0,2	-0,62	0,08	-0,46	-0,42	-0,74	-0,09	1,05	-0,65
	10	13/01	-0,46	-0,55	-0,63	0,1	-0,8	-0,26	-0,71	0,04	-0,65	-0,16	1,57	-0,5
	11	17/02	0	-0,77	-0,01	-0,09	-0,42	-0,08	-0,14	-0,86	0,46	-0,65	0,19	-0,57
	12	07/03	-0,34	-0,47	0,22	-0,28	-0,59	-0,08	0,33	-0,95	1,67	-0,58	0,56	-0,57
	13	19/03	-0,34	-0,63	-0,23	0,03	-0,72	-0,16	0,04	-0,31	-0,75	-0,71	0,56	-0,57
4	15	15/05	0,12	-0,6	0,86	-0,12	-0,23	-0,01	0,98	0,64	-0,86	0,12	-0,59	-0,5
	1	05/06	-0,19	-0,42	-0,25	-0,33	-0,54	-0,43	1,07	-0,02	-0,83	-0,38	0,95	-0,19
	7	04/01	-1,69	-0,44	-1,81	-0,51	-1,68	-1,21	-2,82	-0,44	-0,54	0,1	-2,21	0,18
	14	09/05	-0,69	-0,02	-0,93	-1,24	-0,38	1,72	-1,04	1,33	-0,73	1,97	0,77	1,09
	1	05/06	-0,92	-0,53	-1,13	-0,99	-0,41	-0,05	-0,42	0,95	-0,8	3,39	1,37	3,73
	5	13/06	-1,23	-0,33	-1,44	-0,91	-0,81	0,02	-1,65	0,8	-0,86	0,45	-0,28	1,09



Utilizando a Equação 10 apresentada no item metodologia deste estudo e com base na matriz de cargas fatoriais (autovalores), calcularam-se os valores de ( $w_i$ ) para cada uma das variáveis da Tabela 20. A soma de todos os pesos ( $w_i$ ) ponderados a cada variável é igual a um conforme Tabela 21.

Tabela 21. Matriz de cargas fatoriais das variáveis rotacionadas pelo algoritmo *varimax* nos quatro componentes principais selecionados e os pesos  $w_i$  das variáveis

Variáveis	Componentes extraídas				Pesos ( $w_i$ )
	C1	C2	C3	C4	
Clor	<b>0,935</b>	-0,126	0,118	0,174	0,1533
Cor	<b>0,861</b>	0,270	-0,152	0,089	0,1547
CE	<b>0,845</b>	-0,039	-0,031	0,351	0,1548
Mg	<b>0,767</b>	0,002	-0,144	0,306	0,1367
CO	<b>0,740</b>	-0,080	-0,073	-0,351	0,0722
Na	<b>0,733</b>	-0,121	0,341	0,060	0,1241
Fe	-0,254	<b>0,858</b>	0,039	0,243	0,0568
Nitr	-0,385	<b>-0,798</b>	-0,164	-0,152	-0,1480
SS	-0,225	<b>0,873</b>	-0,079	0,199	0,0529
pH	-0,186	0,252	<b>0,735</b>	0,304	0,0562
Cl	-0,088	0,287	0,031	<b>0,910</b>	0,0913
Alca	0,217	0,181	0,121	<b>0,897</b>	0,1323
Somatório componentes - $P_i$	3,96	1,56	0,74	3,03	1,00
Autovalores (Raiz Caract) - F	6,30	3,50	2,07	3,57	
Variância unitária (%)	25,22	13,98	8,28	14,28	
Variância Acumulada (%)	25,22	39,20	47,48	61,77	

Para efeito de demonstração, calculou-se com base na Equação 10 o peso  $w_i$  para a variável cloreto (clor), como segue abaixo:

$$w_{\text{clor}} = \frac{(F_1 \times P_{\text{clor}}) + (F_2 \times P_{\text{clor}}) + (F_3 \times P_{\text{clor}}) + (F_4 \times P_{\text{clor}})}{(F_1 \times \sum_{1}^{12} P_i) + (F_2 \times \sum_{1}^{12} P_i) + (F_3 \times \sum_{1}^{12} P_i) + (F_4 \times \sum_{1}^{12} P_i)}$$

$$w_{\text{clor}} = \frac{(6,30 \times 0,935) + (3,5 \times -0,126) + (2,07 \times 0,118) + (3,57 \times 0,174)}{(6,30 \times 3,96) + (3,5 \times 1,56) + (2,07 \times 0,74) + (3,57 \times 3,03)}$$

$$w_{\text{clor}} = 0,1533$$

Observam-se na Tabela 21 as variáveis para cálculo do IQA deste estudo juntamente com os respectivos pesos, mostrando os que influenciam

mais acentuadamente na composição do índice de qualidade de água (IQA). A *priori* foram obtidos os maiores pesos nas variáveis relacionadas à concentração salina na água, destacando pela ordem as variáveis: CE, Cor, Clor, Mg, Alca, Na e Nitr com peso negativo. A CE foi a variável que apresentou maior peso, corroborando com a hipótese de ser um indicador de sais na água, como os cátions de sódio e magnésio e os ânions de cloreto. Tundisi (1999) explica que alguns íons podem estar associados à alteração da condutividade elétrica da água, como observado neste estudo.

Costelloe et al. (2005), monitorando a salinidade das águas do Neales-Peake, um rio efêmero da árida bacia do Lago Eyre na Austrália, observaram uma variabilidade espacial e temporal, sendo atribuída à introdução salina pelos ventos.

Nesse mesmo propósito, Leite (1994), estudando a concentração de cálcio e magnésio em águas fluviais originárias de microbacias com diferentes agroecossistemas, constatou que em ecossistemas menos ocupados com lavouras, as concentrações de cálcio e magnésio estavam relacionadas à composição química dos solos predominantes. No presente estudo, a baixa concentração de Ca e Mg nas águas pode estar associada ao solo, logo, não há outro fator que venha a influenciar tanto sobre esses elementos, que são muitas vezes repostos via calagem.

Andrade et al. (2005), propondo um IQA para a parte baixa da bacia do rio Trussu, no Ceará, encontraram maiores pesos para as variáveis que compõem a salinidade, sendo elas o sódio, razão de adsorção de sódio (RAS), CE e Cloreto. Como no presente trabalho, os autores supracitados também encontraram pesos menores para Nitrato e pH, variáveis indicadoras de matéria orgânica no curso hídrico.

Toledo e Nicolella (2002), por sua vez, estudando microbacias sob uso do solo agrícola e urbano, encontraram pesos mais elevados para as variáveis indicadoras da poluição orgânica na água, sobretudo para as variáveis nitrato, turbidez, amônio, sólidos totais e fósforo total. Isso pode ser explicado segundo os autores por dois motivos principais: os efluentes urbanos de uma cidade

próxima e o escoamento superficial das áreas agrícolas que contribuem para o aumento na carga de fósforo, amônia e materiais orgânicos na água analisada.

Logo em seguida à CE, apresenta-se a cor, que é condicionada na água pelos sólidos dissolvidos que também podem favorecer no aumento da condutividade elétrica das águas (CARVALHO et al., 2000).

Ainda de acordo com a Tabela 21, denota-se que as variáveis relacionadas à presença de componentes orgânicos na água apresentaram pesos inferiores aos demais, a saber, o CO, SS e pH, destacando o nitrato que por possuir peso alto e negativo, quando inserido no cálculo irá reduzir os valores de IQA, contribuindo para representação de índices de melhor qualidade de água. A contribuição negativa por alguma variável também foi observado por Toledo e Nicolella (2002), porém para o estudo desses autores foi observado a variável OD.

Quanto ao cloreto, esse indicou o terceiro maior peso. Von Sperling (2005) explica que todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os cloretos ( $Cl^-$ ) são advindos da dissolução de sais como, por exemplo, o cloreto de sódio. Explica ainda, que outro fator responsável pela origem natural pode estar relacionado à intrusão salina na água, a ação dos ventos. A colocação desse autor faz sentido, pois as microbacias ficam a uma distância não superior a 10 km do mar, em especial a MB 2 que possuía o ponto de coleta à 500 m do mar e teve as maiores médias dessa variável.

Quanto às demais variáveis, a alcalinidade, o Cl e o pH estão todos basicamente relacionados aos mesmos constituintes na água, como já mencionado em tópicos anteriores, da mesma forma pode citar o CO e a relação entre Fe e o SS.

O índice calculado para este caso, haja vista, irá refletir maior sensibilidade à concentração salina nas águas e menor sensibilidade à composição orgânica. Isso faz sentido, visto que, os pontos de coleta das microbacias situavam-se em áreas de preservação permanente e distantes de residências e de criação de animais confinados, excluindo assim, possíveis impactos antrópicos por cargas orgânicas.

Outro fator que confirma o relacionado anteriormente, é que o nitrato, um dos principais causadores de poluição remota (VON SPERLING, 2005), apresentou peso alto e negativo, contribuindo para valores de IQA próximos de zero ou até mesmo negativos, o que neste método indica melhor qualidade de água.

Andrade et al. (2005) explicam que o fato do indicador refletir maior sensibilidade à concentração salina, ocorre porque segundo a análise da componente principal, a grande variabilidade dos dados das águas estudadas é explicada pela componente 1, que está relacionada com os sais presentes na água.

O IQA da NSF (*National Sanitation Foundation*), um dos mais utilizados no mundo para comparar qualidade de água, utiliza como variáveis mais relevantes as relacionadas às cargas de matéria orgânica na água, como o OD, coliformes fecais, pH, DBO, nitrato e fósforo total, com os respectivos pesos 0,17; 0,15; 0,12; 0,10; 0,10 e 0,10. Decerto, tais variáveis irão refletir principalmente os impactos antrópicos no curso hídrico, não levando em consideração outros aspectos como foi avaliado neste estudo.

Os valores de IQA calculados para cada amostragem em cada MB, ao longo do monitoramento, seguem apresentados na Figura 6.

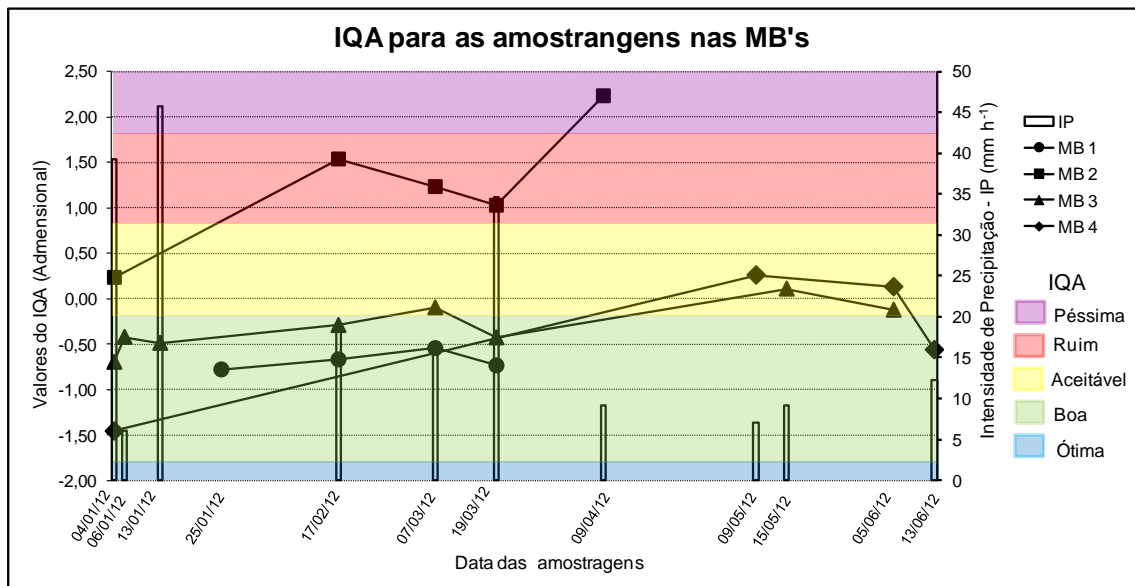


Figura 6. Distribuição dos valores do Índice de Qualidade de Água (IQA) nos pontos de amostragens das quatro microbacias hidrográficas (MB's) estudadas.

Com base na Figura 6, é possível observar uma tendência à degradação da qualidade da água e conseqüentemente um aumento dos valores de IQA nas microbacias ao passo que se aproxima a estação da seca. Resultados próximos aos observados foram constatados por Andrade et al. (2005) no rio Trussu no Ceará, registrando o pior índice na estação seca. Segundo estes autores, o enriquecimento de sais e o decréscimo de nutrientes na água deteriora sua qualidade, alterando o IQA.

Classificando as MB's por qualidade de água, o índice deixa evidente que a MB 2 apresenta uma variação maior na qualidade da água, saindo da classe "aceitável" na primeira coleta, passando pela "ruim" nas coletas seguintes e na última classificando-se como "péssima". Essa variação pode ser também comprovada pelo maior desvio padrão apresentado na Figura 7, o que confere a MB 2 qualidade de água inferior quando comparada às demais.

Observa-se também por meio das Figuras 6 e 7, que os valores de IQA variaram pouco na MB1, permanecendo ao longo de todo monitoramento na classificação considerada "boa".

A MB 3 no início nas primeiras coletas apresentou índices próximos à MB 1, classificado a qualidade da água como "boa", exceto para a quinta coleta que aproximou da classe "aceitável". Contudo, ao final do monitoramento

houve uma deterioração da qualidade da água desta MB, o que a fez apresentar índices maiores, terminando o monitoramento na classificação “aceitável”.

A MB 4 no início do monitoramento exibiu na primeira coleta classificação “boa”, mas nas duas coletas seguintes a qualidade da água classificou-se em “aceitável”, voltando a classificação “boa” na última coleta. O fato desta MB ter evoluído na qualidade da água, pode ter sido provavelmente ao evento de chuva que antecedeu esta coleta. Ainda verifica-se por meio da Figura 7 que a MB 4 exprimiou, como a MB 2, altos desvios padrões quando comparado às demais, isso confirma a alta variação na qualidade das águas desta MB.

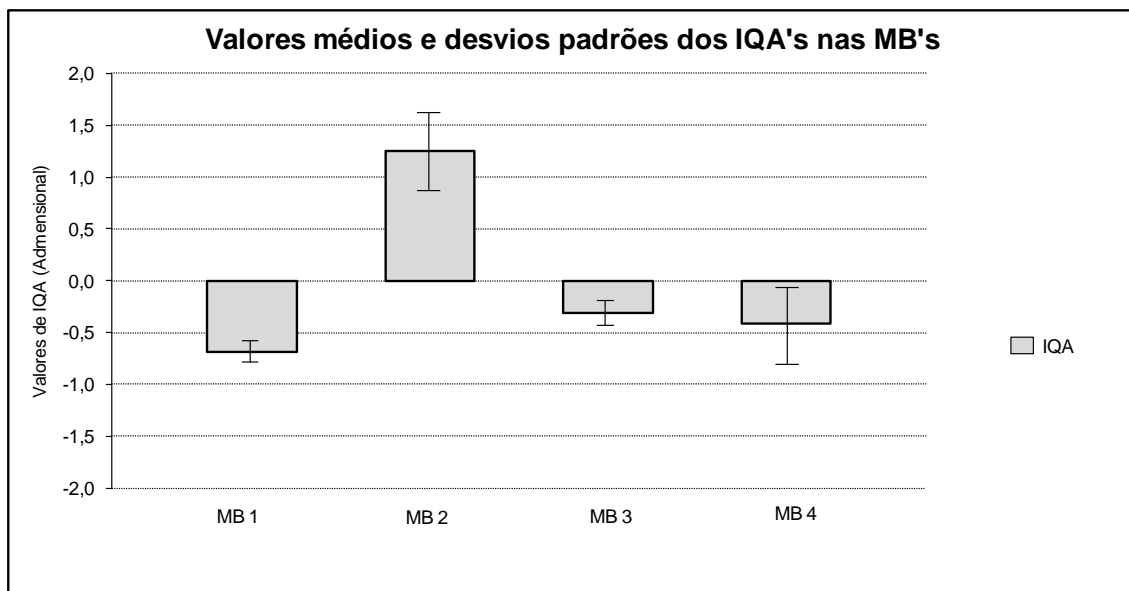


Figura 7. Valores médios e desvios padrões do IQA nas amostragens das quatro microbacias monitoradas.

Alguns fatores podem ter sido responsáveis pela variação temporal na quantidade de água das microbacias monitoradas, deixando mais concentrados os constituintes na massa d' água e consequentemente variando o IQA. Dentre alguns, pode-se destacar a pequena área de contribuição das microbacias, a declividade, a profundidade do solo e o consumo de água pelas espécies arbóreas das APP's devido o estágio de avançado de regeneração e as condições do clima.

Quanto ao clima, Andrade et al. (2005) evidenciaram variações temporais nos valores de IQA's calculados e argumentam que a concentração dos sais no período seco e a diluição no período das chuvas causam conseqüentemente uma variação nos valores de IQA. Bordalo et al. (2001), quando estudaram a qualidade das águas do rio Bangpakong no leste da Tailândia também evidenciou valores similar ao observado neste estudo. Ao contrário do observado neste estudo, Almeida e Schwarzbald (2003) utilizando IQA da *NSF*, constataram a baixa qualidade da água quando o nível do rio se encontrava nas maiores cotas, e devia-se à influência exercida por variáveis como turbidez, sólidos totais em suspensão e pH. Os resultados encontrados pelos autores citados anteriormente é típico de bacias hidrográficas que possuem pouca ou nenhuma área de preservação, principalmente as de cursos d'água, cuja principal função dessas áreas é reter os sólidos providos da perda de solo transportados até os cursos d'água via escoamento superficial durante as chuvas intensas.

No que se refere ao tamanho da microbacia, Almeida e Schwarzbald (2003) monitoraram uma microbacia com cerca de 9600 ha muito maior que as monitoradas no presente estudo. Para Meybeck et al. (1996 apud TOLEDO; NICOLELLA, 2002) o intervalo dos eventos climáticos e as alterações na qualidade da água estão diretamente relacionada ao tamanho das microbacias. O exposto pelos autores confirma o observado pelos autores o no presente estudo.

As variáveis relativas às concentrações de sais na água, neste estudo, foram as mais relevantes e comprovou-se que a qualidade da água decresce na época de menores intensidades de precipitação. Segundo Lucas et al. (2010) na época de estiagem existe uma concentração de solutos e elementos minerais como o sódio em função da redução da vazão. Meireles et al. (2007) salientam, que em alguns casos as concentrações de sais chegam a impedir o uso da água para consumo humano e agricultura, principalmente no período de estiagem, quando ocorre diminuição do escoamento e elevadas temperaturas na região.

Para este estudo, em particular, o peso apresentado pelo nitrato, indicou favorecer os resultados de índice calculado. Srinivasan et al. (2003) acreditam, que caso a vegetação nativa encontrasse bastante degradada, em épocas das altas taxas de pluviosidade, poder-se-ia registrar o aumento nas concentrações de nitrato, seja uma consequência do carreamento de materiais das camadas superficiais do solo. Entretanto, o ilustrado pelos autores não foi observado nas áreas monitoradas pelo presente estudo.

Resultados de IQA diferentes foram encontrados em estudo de Zonta et al. (2008) nas águas do rio Alegre, no sul do estado do Espírito Santo. Estes autores observaram uma pequena deterioração na qualidade das águas nos meses de chuva, devido ao aumento da turbidez e da DBO nas águas estudadas, na qual a qualidade variou de ruim a média.

Da mesma forma, Carvalho et al. (2000) também constataram uma variação sazonal na qualidade das águas do ribeirão do Feijão e do Ribeirão da Onça em São Paulo, registrando melhora no inverno. Os autores atribuem essa variação sazonal à precipitação, que, além de diluir a concentração de resíduos, aumentou o escoamento superficial do solo, demonstrando redução da qualidade da água por meio de um IQA.

Diferentes dos valores encontrados neste estudo, Fernandes et al. (2011) ao avaliarem a qualidade da água da microbacia Glória (RJ), encontraram concentrações de sódio menores na época de chuva, devido à diluição dos sais na época chuvosa.

Toledo e Nicolella (2002) utilizando o mesmo método deste trabalho justificam que, como o IQA representa uma variável estatística, com contribuições preponderantes das variáveis primárias, as variações do IQA mostram-se bastante associadas às alterações da qualidade da água, ao contrário de estudar isoladamente cada variável.

A análise numérica dos valores de IQA permitiu a elaboração de um índice que suplantasse a avaliação das águas superficiais, resultantes de um monitoramento tanto espacial, quanto temporal das médias das variáveis de qualidade de água coletadas em microbacias. Com base nessa avaliação foi



possível determinar as microbacias, bem como a época do ano, de pior e melhor qualidade de água.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste trabalho conduziram às seguintes conclusões:

1. Dentre todas as variáveis analisadas, as mais sensíveis à variação das atividades silviculturais desenvolvidas, que afetam a qualidade da água das microbacias hidrográficas, neste estudo foram: Mg, Na, Carbono Orgânico, Cloreto, CE, Cor, Fe, Nitrato, Sólidos Suspensos, pH, Carbono Inorgânico e Alcalinidade, sendo portanto, as melhores indicadoras dos impactos dessas atividades;
2. Os principais fatores que interferem a qualidade das águas nas microbacias hidrográficas foram: o fator mineral relacionado à salinidade, o fator sólidos relacionados aos sólidos suspensos na água, o fator acidez relacionado a acidez dos solos e o fator pedológico relacionado aos carbonos inorgânicos do solo;
3. A água das microbacias hidrográficas monitoradas sofreu uma redução na qualidade a medida que diminuiu a frequência das precipitações pluviométricas, e;
4. O Índice de Qualidade de Água (IQA) proposto mostrou-se eficiente para comparar a qualidade das águas das microbacias hidrográficas monitoradas e pode ser utilizado para classificar as águas, ao invés de se estudar isoladamente cada variável.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHTIAINEN, M.; HUTTUNEN, P. Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in Brooks. **Boreal Env. Res.**, Helsinki, v. 4, p. 101-114, jun./ 1999.

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**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 81-97, jan./mar. 2003.

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 33, n. 2, p.117-124, jun. 2003.

AMARANTE JUNIOR, O. P. de.; SANTOS, T. C. R. dos.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

ANDRADE, E. M. de; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. A. B. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.683-690, set./dez. 2007a.

\_\_\_\_\_. GOMES, R. B.; LOBATO, F. A. O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, nov./dez., 2007b.

\_\_\_\_\_. MEIRELES, A. C. M.; ALEXANDRE, D. M. B.; PALÁCIO, H. A. Q.; LIMA, C. A. Investigação de mudanças do status salino do solo pelo emprego de análise multivariada. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 410–415, 2011.

\_\_\_\_\_. PALÁCIO, H. A. Q.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOUZA, I. H.; TEIXEIRA, A. S. Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará. **Revista de Ciência Agronômica**, Ceará, v. 36, n. 2, p. 135-142, maio/ago. 2005.

\_\_\_\_\_. SILVEIRA, S. S.; AZEVEDO, B. M. de; Investigação da Estrutura Multivariada da Evapotranspiração na Região Centro Sul do Ceará pela Análise de Componentes Principais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 39-44, jan./mar. 2003.

ANDRADE, N. L. R.; SANCHES, L.; PINTO JÚNIO, O. B.; DIAS, C. A. A.; NOGUEIRA, J. S. Macro-nutrientes no lençol freático em Floresta Intacta, Floresta de Manejo e Pastagem no norte de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, n.4, p.667-672, 2008.

ANDRÉASSIAN, V. Waters and forests: from historical Controversy to scientific debate. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 291, p. 1-27. 2004.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th. APHA, 2005.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods**. In: Annual book of ASTM standards. ASTM: West Conshohocken, 2005.

ARACRUZ. **Plano de monitoramento dos recursos hídricos de superfície sob influência direta das áreas de plantio de eucalipto da Aracruz Celulose S/A no extremo sul da Bahia**. Posto da Mata, outubro 1996. 7 p. (Proposta elaborada para cumprimento do Condicionante XX da Licença de Operação da Aracruz Celulose S/A, no Extremo Sul da Bahia, Resolução CEPRAM nº 1238/96).

\_\_\_\_\_. **Projeto microbacia da Aracruz**: Relatório anual das atividades realizadas em 2004. Projeto monitoramento de microbacia. 2004.

\_\_\_\_\_. **Projeto monitoramento de microbacia**: Relatório anual das atividades realizadas em 2002. Em atendimento à condicionante 3.8 da Licença de Operação 03/99 – IDAF. 2003

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; ABARKELI, R. B. Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. **Chemosphere**, v. 52, p. 799-804, 2003.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.5, n.6, p.125-34, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Água Determinação de metais – Método de espectrometria de absorção atômica por chama**: 13.810. Rio de Janeiro, 1997. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**: 9898. Rio de Janeiro, 1987. 22p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water Quality for Agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1994. (Serie: FAO Irrigation and Drainage Papers - 29) Disponível em <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0234E/T0234E00.htm#TOC>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

BARROS, R. V. G.; SOUZA, H. M. de L.; SOUZA, C. A. de. Determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) na sub-bacia do córrego André em Mirassol

d'Oeste, Mato Grosso. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 3, p. 138-153, jul./set. 2011.

BARROS, Y. J.; KUMMER, L.; ORRUTÉA, A. G.; NUNES, T. MELLEK, J. E.; GOMES, M. R. J.; ANDREATTA, R. L.; FAVARETTO, N. Influência de diferentes usos e ocupações do solo na qualidade da água dos igarapés Piarara e Tamarupá, em Cacoal – RO. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, v. 1, n. 53, p. 102-107, Jan./Jun. 2010.

BLINKLEY, D.; BURNHAM, H.; ALLEN, H. L. Water quality impacts of forest fertilization with nitrogen and phosphorus. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 121, p. 191-213, 1999.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da Bacia Hidrográfica. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 32, n. 2, p. 311-322, 2008.

BORDALO, A. A.; NILSIMRANCHIT, W.; CHALERMWAT, K. Water quality and uses of the Bangpakong river (eastern Thailand). **Water Research**, Amsterdam, v. 35, n. 15, p. 3635- 3642, 2001.

BOLMANN, H. A.; MARQUES, D. M. Bases para a estruturação de indicadores de qualidade de águas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n.1, p. 37-60, jan./mar. 2000.

BRACCIALLI, V. L.; HONDA, E. A.; NIZOLI, E. C.; GÊNOVA, K. B. Caracterização físico-química da água em reservatório situado em bacia hidrográfica florestada. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, n. 31, p. 247-251, jul. 2007.

BRACCIALLI, V. L.; MARINO JUNIOR, E.; HONDA, E. A. Caracterização físico-química da água do reservatório da floresta de recreação e educação ambiental de Assis, SP. **Revista Científica Eletônica de Engenharia Florestal**. Ano VIII, n. 13, fev. 2009.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. **Introdução à engenharia ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006, 146 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 mar. 2005. **Diário Oficial da União** nº 053, 17 mar. 2005, seção 1, pág. 58-63. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 03 abr. 2012.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; SRINIVASAN, V. S.; GALVÃO, C. de O.; GHEY, H. R. I. Uso de análise multivariada na classificação das fontes hídricas

subterrâneas da bacia hidrográfica do Salitre. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 01, p. 36-44, 2006.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde, Conchal, SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, set./dez. 2005.

CÂMARA, C. D.; LIMA, W. L. Corte raso de uma plantação de *Eucalyptus saligna* de 50 anos: impactos sobre o balanço hídrico e a qualidade da água em uma microbacia experimental. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 41-58, dez. 1999.

CAMPELLO, F. D.; BRAGA, C. F.; GONÇALVES, C. V.; GONÇALVES, C. S.; FUHRO, D.; SANTOS JÚNIOR, J. E. dos.; RODRIGUES, G. G.; GUERRA, T.; HARTZ, S. M. Avaliação preliminar da qualidade das águas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 009-046, jan./dez. 2005.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. T. C.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CARNEIRO NETO, J. A.; ANDRADE, E. M. de; ROSA, M. de F.; MOTA, F. S. B.; LOPES, J. F. B. Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1272-1279, jul./ago., 2008.

CARVALHO, A. P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A.; SILVA, D. G. K. C. Determinação espacial e temporal do IQA do açude Soledade em Soledade-Paraíba. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 138 - 147, abr. / jun. 2011.

\_\_\_\_\_.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relação da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água. **Química Nova**, v. 23, n. 5, 2000.

CASARIN, F. E.; COSTA-LEONARDO, A. M.; BUENO O. C. Avaliação em Laboratório dos Ingredientes Ativos Sulfluramida e Hidrametilnona para o Controle do Cupim Subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Revista Brasileira de Zociências**, v. 11, n. 3, p. 219-226, 2009.

CASARIN, R.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Uso da terra e qualidade da água da bacia hidrográfica Paraguai / Jauquara-MT. **Revista Geográfica Acadêmica**, Goiânia, v.2, n.1, p. 33-42, 2008.

CASTRO JUNIOR, R. M.; SOBREIRA, F. G.; BORTOLOTTI, F. D. Modelagem geoestatística a partir de parâmetros de qualidade da água (IQA- NSF) para a sub-bacia hidrográfica do rio Castelo (ES) usando sistema de informações geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59/03, Dez. 2007.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem**. Apêndice A, Série de relatórios. Secretaria de Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 2008.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/34-variaveis-dequalidade-das-aguas---old>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apresenta o Índice de Qualidade de Águas - IQA. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das-%C3%81guas-\(iqa\)>](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das-%C3%81guas-(iqa)>)>. Acesso: 31 ago. 2011.

CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L. B. dos. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 13, n. 6, p. 922–930, 2009.

COELHO, R. C. da T. P.; BUFFON, I.; GUERRA, T. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 6, n. 1, 2011.

CORRÊA, C. M. C.; DEDECEK, R. A. Erosão real e estimada através da RUSLE em estradas de uso florestais, em condições de relevo plano e suave ondulado. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 381-391, abr./jun. 2009.

COSTA, F. P. M.; NISHIYAMA, L. Utilização do Permeâmetro Guelph e Penetrômetro de Impacto em estudos de uso e ocupação dos solos em Bacias Hidrográficas. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 24, p. 131-143, dez. 2007.

COSTELLOE, J. F.; GRAYSON, R. B.; McMAHON, T. A.; ARGENT, R. M. Spatial and temporal variability of water salinity in an ephemeral, arid-zone river, central Austrália. **Hydrol. Process**. n. 19, p. 3147–3166, 2005.

COUTO, L.; DUBÉ, F. The status and practice of forestry in Brazil at the beginning of the 21<sup>st</sup> century: A review. **The Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 77, n. 5, p. 817-30, 2001.

CROKE, J.; WALLBRINK, P.; FOGARTY, P.; HAIRSINE, P.; MOCKLER, S.; MCCORMACK, B.; BROPHY, J. **Managing sediment sources and movement in forests: The Forest Industry and Water Quality**. Séries : Report . (Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology), 1999.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1, 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 309 p.

CUELBAS, L. P.; CARVALHO, S. L. de. Avaliação da qualidade da água na microbacia do córrego Campestre no município de Lins (SP). **Holos Environment**, v. 9 n. 1, p. 14-30, jan./jul. 2009.

DORES, E. F. G. de C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – Análise preliminar. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 27-36, 2001.

EGREJA FILHO, F. B.; MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Método computacional para correção da alcalinidade de águas para a fertirrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 415 – 423. 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: Reunião técnica de levantamento de solos, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula**...Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa de solos. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no Estado do Espírito Santo e no Extremo sul do Estado da Bahia e suas aplicações aos plantios de eucalipto**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2000. 93p.

ENSIGN, S. H.; MALLIN, M. A. Stream water quality changes following timber harvest in a coastal plain swamp forest. **Wat. Res.** v. 35, n. 14, p. 3381–3390, 2001.

ESPÍRITO SANTO - Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA. Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo (GEOBASES) - Ortofotomosaico 2007/2008. Disponível em: <<http://200.140.47.75/geobasesonline/mapa.html>>. Acesso em: 09 maio 2010.

ESTEVEES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FERNANDES, F. B. P.; ANDRADE, E. M. de; FONTENELE, S. de B.; MEIRELES, A. C. M.; RIBEIRO, J. A. Análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água subterrânea no semiárido cearense. **Revista Agroambiente (On-line)**, v. 4, n. 2, p. 86-95, jul/dez, 2010.

FERNANDES, M. M.; CEDDIA, M. B.; RAMOS, G. M.; GASPAR, A.; MOURA, M. R. Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Glória, Macaé – RJ. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 105 - 116, abr. / jun. 2011.

FONTENELE, S. de B.; ANDRADE, E. M. de; SALGADO, E. V.; MEIRELES, A. C. M.; SABIÁ, R. J. Análise espaço-temporal da qualidade da água na parte alta da bacia do rio Salgado, Ceará. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 102-109, jul./set., 2011.



FRANCELINO, M. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; RESENDE, M. Terra e água na reforma agrária do semi-árido norterio-grandense. **Agriambi**, v.6, n.1, p.183-187, 2002.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Glifosato**: Alguns aspectos da utilização do herbicida na agricultura. São Paulo: ACADCOM Gráfica e Editora Ltda. 2005. 67p.

GASTALDINI, M. C. C.; MENDONÇA, A. S. F. Conceitos para a avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. 1 ed. Porto Alegre, RS: ABRH, 2001. Cap. 15, p. 428-51.

GERGEL, S. E.; TURNER, M. G.; MILLER, J. R.; MELACK, J. M.; STANLEY, E. H. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. **Aquatic Science**, v.64, p.118-128, 2002.

GIRÃO, E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P. MEIRELES, A. C. M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibas pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.1, p.17-24, 2007.

GOSS, D. W.; **Weed Technol.** 1992, 6 ed., 701 p.

GRACE, J. M. Forest operations and water quality in the south. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 48, n. 2, p. 871-880, 2005.

GRAYSON, R. B.; HAYDON, S. R.; JAYASURIYA, M. D. A.; FINLAYSON, B. L. Water quality in mountain ash forests – separating the impacts of roads from those of logging operations. **Journal of Hydrology**, v. 150, p. 459-480, 1993.

GRÜTZMACHER, D. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; AGOSTINETTO, D.; LOECK, A. E.; ROMAN, R.; PEIXOTO, S. C.; ZANELLA, R. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.632-637, 2008.

GUIMARÃES, R. Z.; GONÇALVES, M. L.; MEDEIROS, S. W. A silvicultura e os recursos hídricos superficiais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.56, p.79-85, jan./jun. 2008.

\_\_\_\_\_. OLIVEIRA, F. A.; GONÇALVES, M. L. Avaliação dos impactos da atividade de silvicultura sobre a qualidade dos recursos hídricos superficiais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 377-390, set. 2010.

HAASE, J. POSSOLLI, S. Estudo da utilização da técnica de Análise Fatorial na elaboração de um índice de qualidade de água: comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 6, n. 1, p. 245-255, 1993.

HAIR JUNIOR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto, 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HOPMANS, P.; BREN, L. J. Long-term changes in water quality and solute exports in headwater streams of intensively managed radiata pine and natural eucalypt forest catchments in south-eastern Austrália. **Forest Ecology and Management**, v. 253, p. 244–261, 2007.

WILEY, J; SONS. McMASTER, M. C, **HPLC. High Performance Liquid Chromatography**. A practical user's guide. 2007.

KREJCI, L. C. Utilização de herbicidas em plantios de *Eucalyptus*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p.92 – 115, set.1987.

LEITE, J. O. Variação das concentrações de P, K, Ca e Mg nas águas fluviais do agroecossistema cacauzeiro Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.483-490, 1994.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Átomo, 2005. 628 p.

LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal aplicada ao manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: USP, 2008. 244 p.

\_\_\_\_\_. **O impacto ambiental do eucalipto**. 2 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993, 301 p.

\_\_\_\_\_. **O impacto ambiental do eucalipto**. 2 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996, 301 p.

\_\_\_\_\_.; ZAKIA, M. J. B. **As florestas plantadas e a água**: Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: Rima, 2006, 226 p.

\_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 31, p. 53-64, abr./ 1998.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M. de.; AQUINO, D. do N.; LOPES, J. F. B. Proposta de um índice de sustentabilidade do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 185-193, abr./jun, 2009.

LUCAS, A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 937-943, 2010.

MANKIN, K. R.; NGANDU, D. M.; BARDEN, C. J.; HUTCHINSON, S. L.; GEYER, W. A. Grass-shrub riparian buffer removal of sediment, phosphorus, and nitrogen from simulated runoff. **Journal of the American Water Resources Association**. v. 43, n. 5, p. 1108-1116, 2007.

McNEIL, V. H.; COX, M. E.; PRED, M. Assessment of chemical water types and their spatial variation using multi-stage cluster analysis, Queensland, Austrália. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 310, p. 181-200, 2005.

McKERGOW, L. A.; WEAVER, D. M.; PROSSER, I. P.; GRAYSON, R. B.; REED, A. E. G. Before and after riparian management: sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia. **Journal of Hydrology**. v. 27, p. 253–272, 2003.

\_\_\_\_\_.; PROSSER, I. P.; WEAVER, D. M.; GRAYSON, R. B.; REED, A. E. G. Performance of grass and eucalyptus riparian buffers in a pasture catchment, Western Australia, part 2: water quality. **Hydrologic Process**. v. 20, p. 2327–2346, 2006.

MEIRELES, A. C. M.; FRISCHKORN, H.; ANDRADE, E. M. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, Bacia do Acaraú, no Semiárido cearense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, p. 25-31, 2007.

MENDIGUCHÍA, C.; MORENO, C.; GALINDO-RIANO, M.D.; GARCÍA-VARGAS, M. Using chemometric tools to assess antropogenic effects in river water a case study: Guadalquivir river (Spain). **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v.515, p.143-9, 2004.

MENEZES, M. D.; JUNQUEIRA JUNIOR, J. A.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Dinâmica hidrológica de duas nascentes, associada ao uso do solo, características pedológicas e atributos físicos-hídricos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha-Serra da Mantiqueira (MG). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.82, p.175-184, 2009.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, out./dez, 2002.

MOITA NETO, J. M.; MOITA, G. C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, v. 21, n. 4, 1998.

MONTEIRO, V. P.; PINHEIRO, J. C. V. Critério para Implantação de Tecnologias de Suprimentos de Água Potável em Municípios Cearenses Afetados pelo Alto Teor de Sal. **Revista Economia Rural**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 02, p. 365-387, abr/jun 2004.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama – Distrito Federal. **Química Nova**, n. 33, n. 1, p. 97-103, 2010.

- NEAL, C.; SMITH, C. J.; HILL, S. **Forestry Impact on upland water quality**. Wallingford: Institute of Hydrology, 1992, p. 55.
- NEWTON, M.; HOWARD, K. M.; KELPSAS, B. R.; DANHAUS, R.; LOTTMAN, C. M.; DUBELMAN, S. Fate of glyphosate in an Oregon forest ecosystem. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 32, p. 1144-51, 1984.
- NUNES, D. G.; SILVA, D. D. da.; MATOS, A. T. de. Índice de Qualidade da Água em trechos do rio Turvo Sujo, Viçosa – MG. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.19, n. 5, p. 459-468, set./out. 2011.
- PALÁCIO, H. A. de Q.; ANDRADE, E. M. de.; LOPES, F. B.; ALEXANDRE, D. M. B.; ARRAES, F. D. D. Similaridade da qualidade das águas superficiais da bacia do Curu, Ceará. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2494-2500, dez, 2009.
- PALMA-SILVA, G. M.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; PIÃO, A. C. Capacidade de autodepuração de um trecho do rio Corumbataí, SP, Brasil. **Holos Environment**, v.7, n.2, p.139-153, 2007.
- PETERS, N. E; MEYBECK, M. Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts to human activities. **Water International**, Urbana, v. 25, n. 2, p. 214-21, 2000.
- PINTO, D. B. F.; SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de; COELHO, G. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande – MG, Brasil. **Ciências agrotecnológicas**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1145 - 1152, jul./ago. 2009.
- PIRES, L. S.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LEITE, F. P.; BRITO, L. de F. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 687-695, abr. 2006.
- PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.297-305, 2004.
- POLITANO, W.; PISSARRA, T. C. T. Relações entre características morfométricas quantitativas e estimativas da vazão em função da área em microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.23, n.1, p.179-186, 2003.
- QUEIROZ, M. M. F.; GOMES, C. I.; GOMES, S. D.; BOAS, M. A. V. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p. 200 - 210 out /dez. 2010.
- RANZINI, M.; LIMA, W. P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus*, no Vale do Paraíba, SP. **Scientia Forestalis**, n. 61, p. 144-159, jun. 2002.

- REGAZZI, A. J. INF 766 – Análise Multivariada (notas de aula). DPI – UFV. Viçosa – MG, 2004.
- RHODES, A. L.; NEWTON, R.M.; PUFALL, A. N. Influences of Land Use on Water Quality of a Diverse New England Watershed. **Environmental Science & Technology**, n. 18, v. 35, p. 3640 – 3645. 2001.
- ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CADOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 154 p.
- RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da Fazenda da Glória, município de Taquaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 310 – 322, jul./set. 2008.
- SALGADO, A. A. R.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Impactos da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso de mananciais de abastecimento público de Caeté/MG. **Geografias**, Belo Horizonte, V. 02, n. 1, p. 47-57, jan./jun. 2006.
- SCHEFFER, E. W. de O.; RIBICKI, A. C.; VIANA, A. G. Avaliação das águas do Rio Pitanguí através da aplicação de índices de qualidade. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 163-177, jul./dez. 2010.
- SCHELKER, J.; EKLÖF, K.; BISHOP, K.; LAUDON, H. Effects of forestry operations on dissolved organic carbon concentrations and export in boreal first-order streams. **Journal of Geophysical Research**, v. 117, 2012.
- SILVA, G. S. da; JARDIM, W. de F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibáia, região de Campinas/Paulínia – SP. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 689-694, 2006.
- SILVA, M. A. da; SILVA, M. L. N.; CURI, N. AVANZI, J. C.; LEITE, F. P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do vale do Rio Doce, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 765-776, out./dez., 2011.
- SLIVA, L.; WILLIAMS, D. D. Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. **Wat. Res.** v. 35, n. 14, p. 3462–3472, 2001.
- SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, C. A. G.; GALVÃO, C. O. Erosão hídrica do solo no semi-árido brasileiro: a experiência na bacia experimental de Sumé. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.2, p. 57-73, abr./jun. 2003.
- TEODORO, P. F.; SANTOS, A. F. dos. Qualidade da água da bacia do Rio das Pedras – Guarapuava (PR), baseado nos parâmetros que definem o Índice de Qualidade da Água (IQA). **Guairacá**, Guarapuava, n. 25 p. 121-156, 2009.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan./mar. 2002.

TUNDISI, J. G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS. 2004. 943p.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. Method POP PA 032/300.1. **Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography**. 1993. 39 p.

VANCLAY, J. K. Managing water use from forest plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 257, n. 2, p. 385-389, 2009.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. v. 1. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 588 p.

ZAIMES, G. N.; SCHULTZ, R. C. **Phosphorus in Agricultural Watersheds: A Literature Review**. Department of Forestry, Ames, Iowa, 2002.

ZANETTI, R. **Manejo integrado de formigas cortadeiras e cupins em áreas de eucalipto da Cenibra**. Laudo FSC-CENIBRA. Lavras: Departamento de Entomologia, 2007. 74p.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; MEDEIROS, A. G. B.; SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n. 3, p. 387-3, 2003.

ZONTA, J. H.; ZONTA, J. B.; RODRIGUES, J. I. da S.; REIS, E. F. dos. Qualidade das águas do Rio Alegre, Espírito Santo. **Rev. Ciên. Agron.**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 155-161, Jan.- Mar., 2008.

## **APÊNDICE**

**Apêndice – Mapa de uso do solo e Declividade das Microbacias Hidrográficas (MB'S) monitoradas**

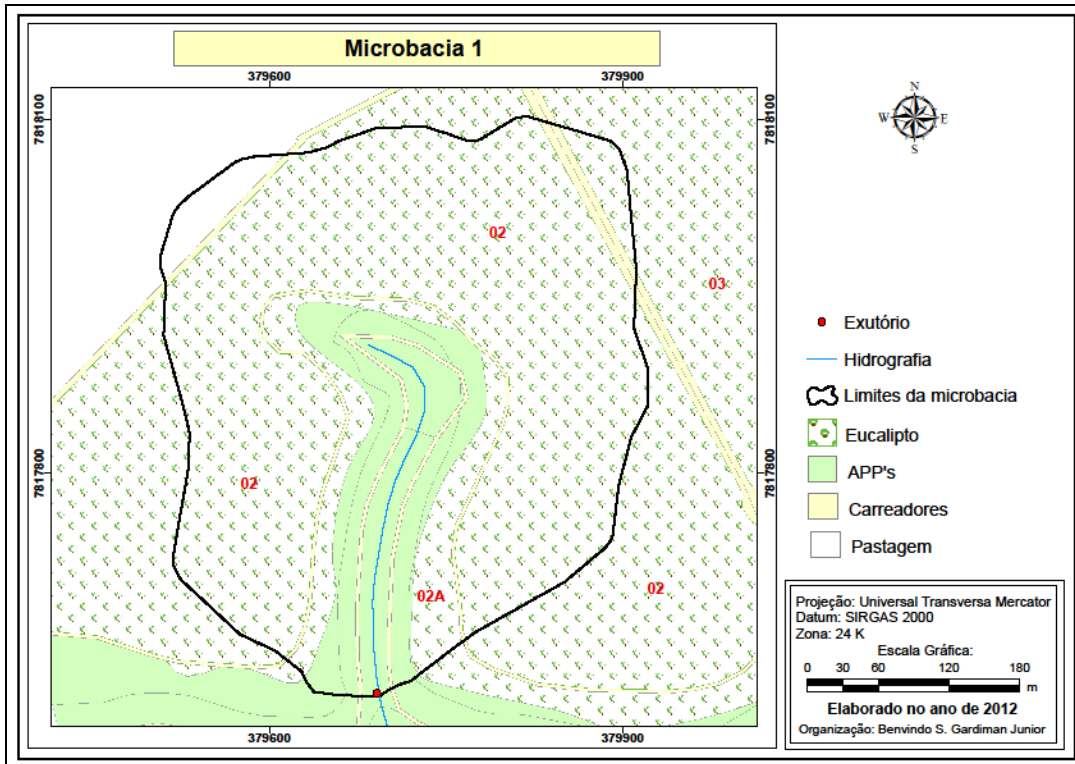


Figura 1. Mapa de usos do solo da microbacia hidrográfica 1.

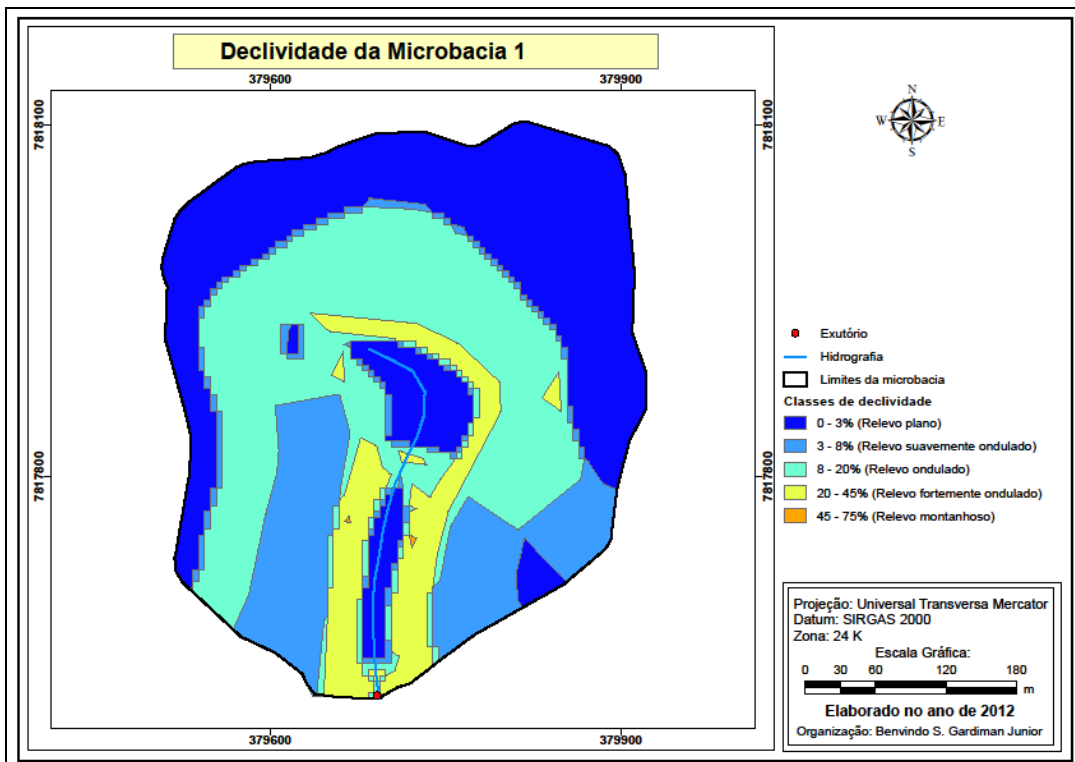


Figura 2. Classificação da declividade da microbacia hidrográfica 1.



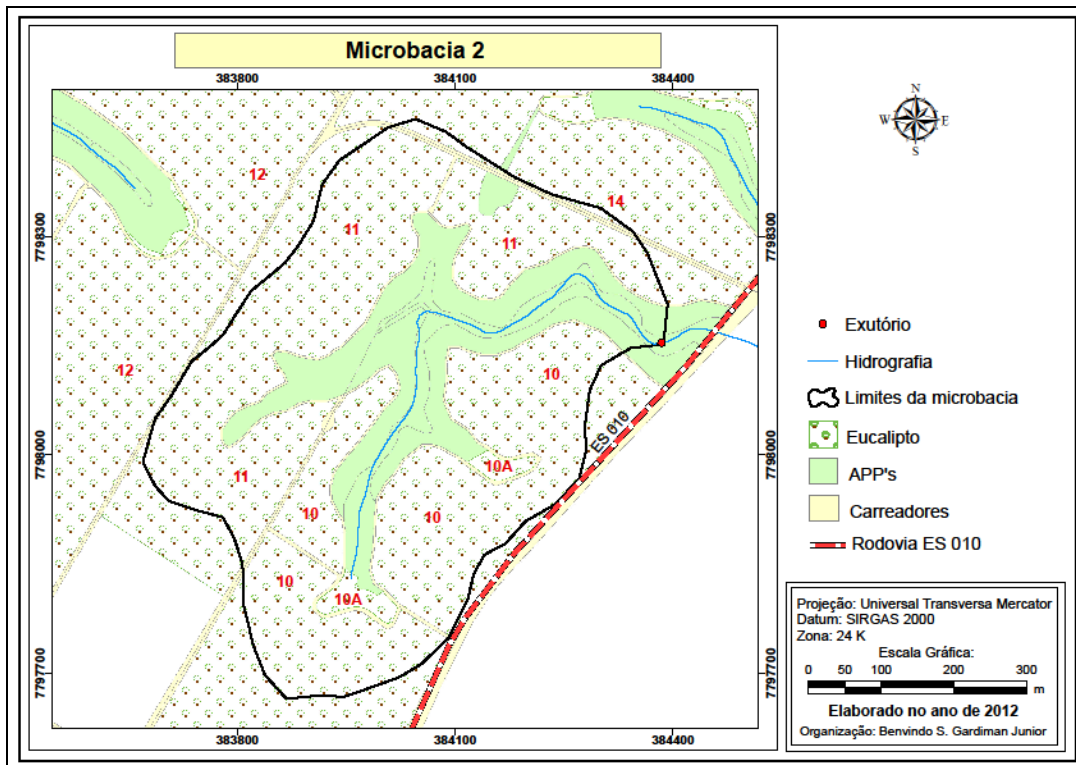


Figura 3. Mapa de usos do solo da microbacia hidrográfica 2.

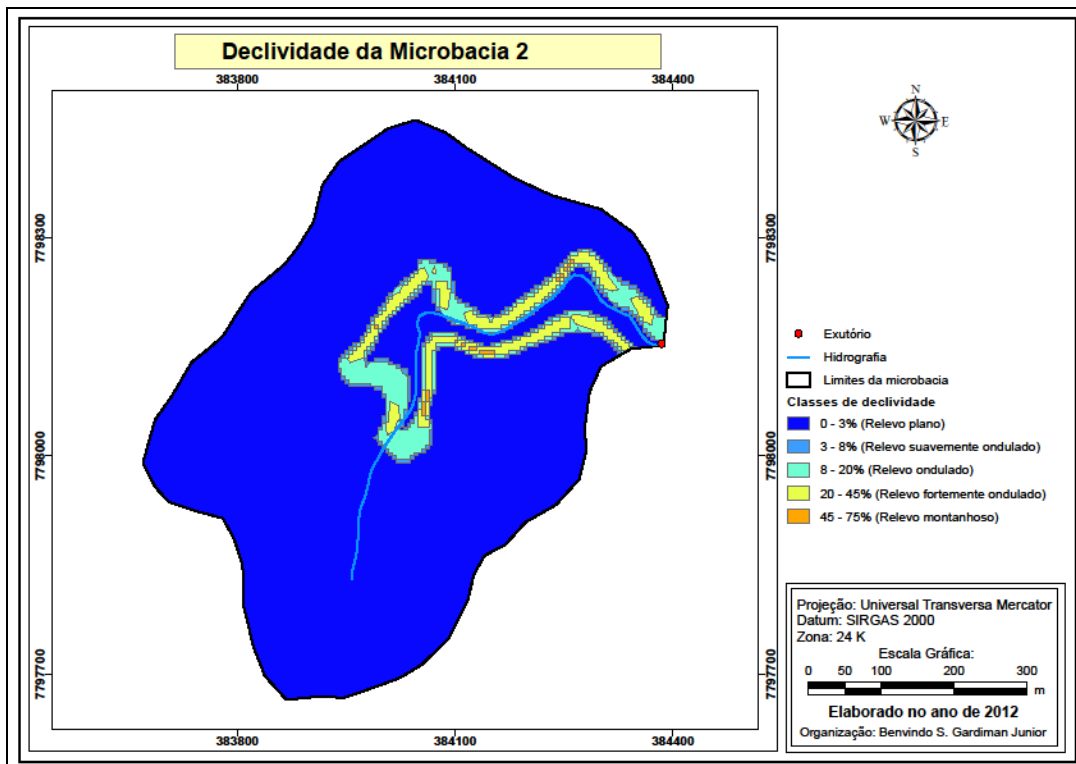


Figura 4. Classificação da declividade da microbacia hidrográfica 2.

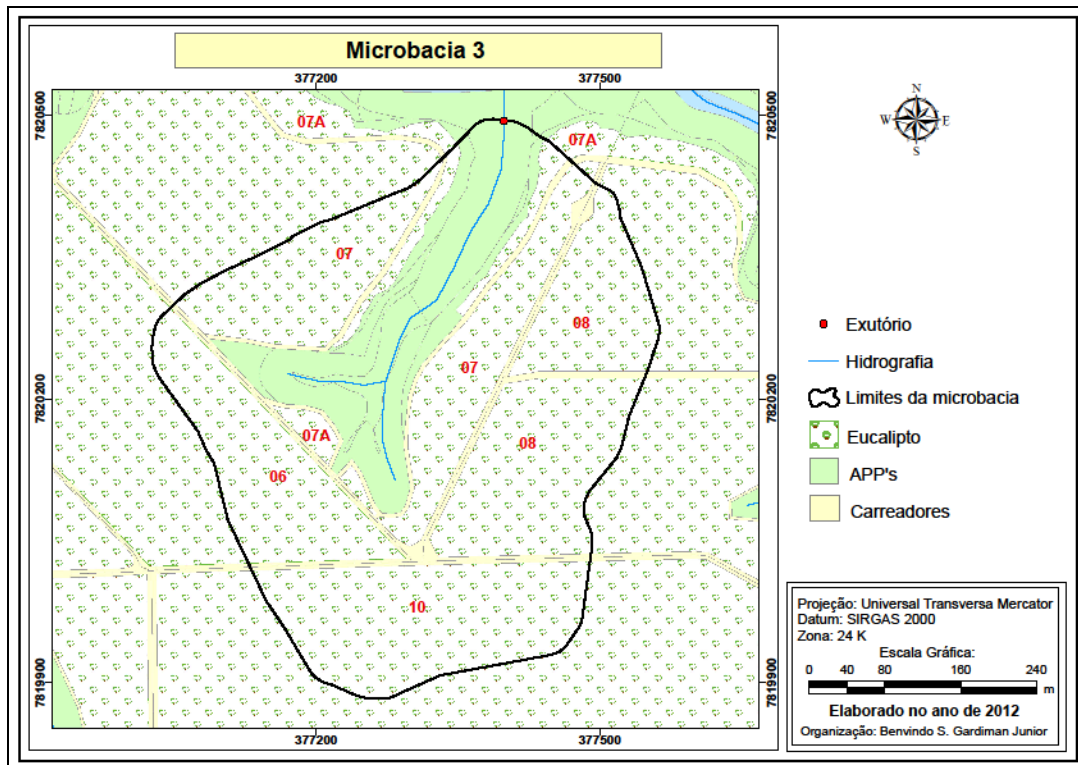


Figura 5. Mapa de usos do solo da microbacia hidrográfica 3.

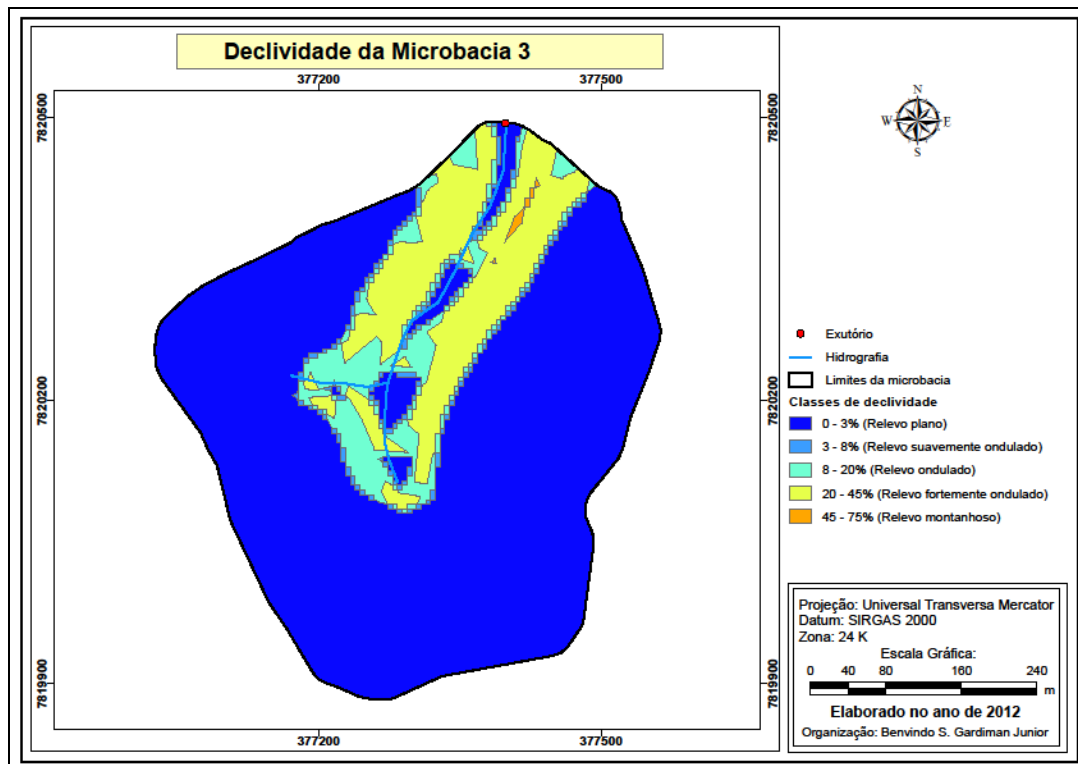


Figura 6. Classificação da declividade da microbacia hidrográfica 3.

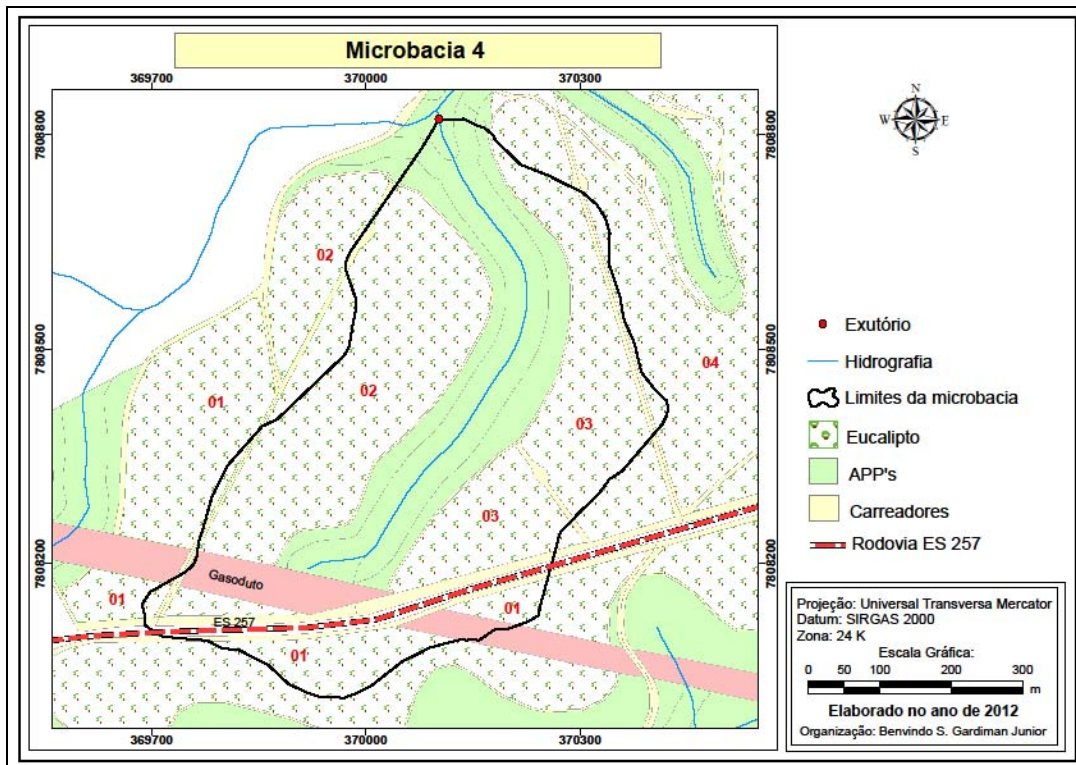


Figura 7. Mapa de usos do solo da microbacia hidrográfica 4.

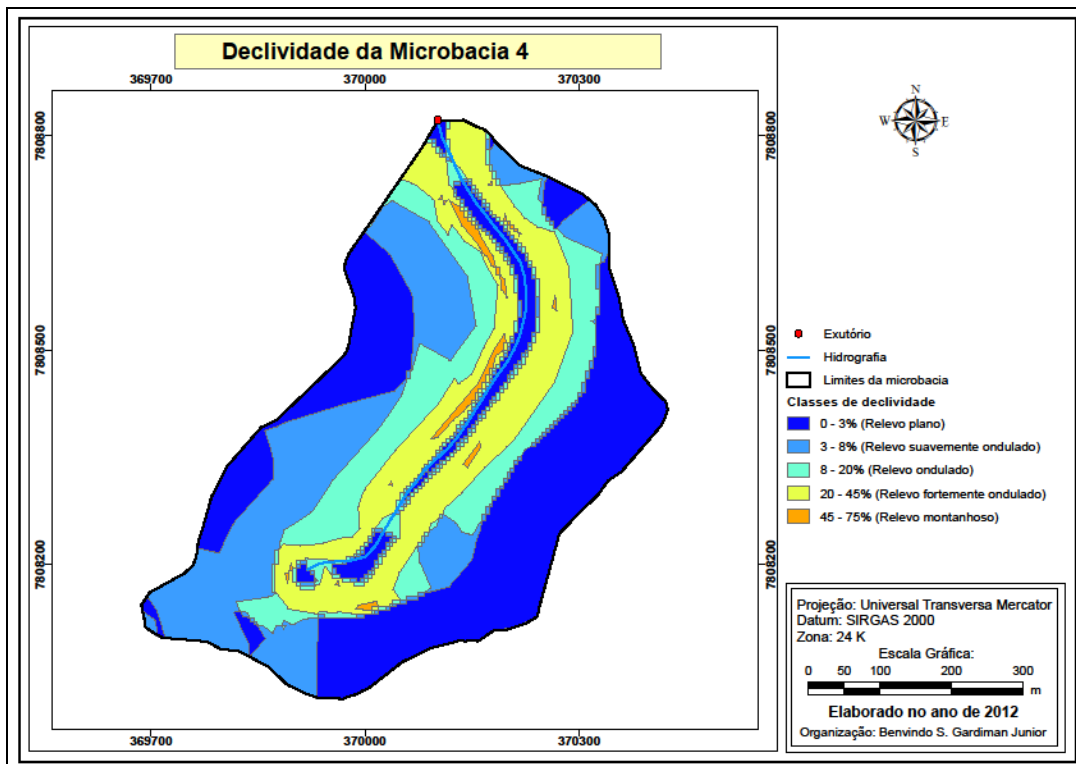


Figura 8. Classificação da declividade da microbacia hidrográfica 4.