

## Cobertura do solo e qualidade de águas para fins de irrigação

Ana Paula Bertossi

---

Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil  
\*Autor correspondente, e-mail: anapaulabertossi@yahoo.com.br

---

### Resumo

Com o objetivo de avaliar a relação entre a cobertura do solo e a qualidade da água para irrigação na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, localizada no Espírito Santo, foram selecionados cinco lugares na sub-bacia para coleta de água superficial e subterrânea, cada qual influenciado por diferentes coberturas do solo: pastagem, floresta, cafeicultura, à montante e à jusante da área urbana. As coletas foram feitas em períodos de estiagem e de chuvas. A análise físico-química das águas foi feita por meio da determinação do pH, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio e calculada a razão de adsorção de sódio (RAS). De acordo com os resultados pode-se concluir que a cobertura do solo não alterou a qualidade da água para irrigação e as águas avaliadas, tanto superficiais, quanto subterrâneas, não apresentaram risco de salinização do solo, mas poderiam acarretar problemas de sodificação, dificultando a infiltração de água.

**Palavras-chave:** agroflorestal, RAS, salinidade, urbano

### Soil cover and water quality for irrigation purposes

#### Abstract

In order to assess the relationship between land cover and water quality for irrigation in the sub-basin of the stream Horizonte, located in the Espírito Santo State, Brazil, we selected five places in the sub-basin to collect surface water and groundwater, each influenced by different soil cover types: pasture, forest, coffee, upstream and downstream of the urban area. Collecting samples were made during periods of drought and rainfall. The physical-chemical analysis of water was made by determining the pH, electrical conductivity, calcium, magnesium, sodium and calculated sodium adsorption ratio (SAR). According to the results we can conclude that the soil cover did not change the quality of water for irrigation and water evaluated, both surface and groundwater, showed no risk of soil salinization, but can cause problems sodification, making it difficult to water infiltration.

**Keywords:** agroforestry, SAR, salinity, urban

## Introdução

A água ocupa lugar de destaque dentre os recursos naturais, possuindo papel fundamental na manutenção da vida. Consiste em um recurso natural renovável, mas limitado, o que torna seu uso e conservação aspectos essenciais para a sustentabilidade das atividades ligadas ao setor agrícola, à indústria e ao planejamento de áreas urbanas.

Segundo Tundisi (1999), alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e das demais espécies do planeta, pois o desenvolvimento econômico e social dos países está fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção.

As alterações na qualidade da água podem ser causadas por processos naturais ou antropogênicos. Enquanto as alterações naturais são comumente lentas e graduais, as alterações antropogênicas são, em geral, induzidas mais rapidamente, como efeito da contaminação causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, industriais ou originários das atividades agrícolas (Toledo & Nicolella, 2002; Marotta et al., 2008).

Outra característica importante que se deve conhecer é a qualidade da água utilizada para irrigação e os problemas que esta pode causar ao solo e plantas. Um parâmetro químico bastante importante para irrigação e utilizado como indicativo da quantidade de sais dissolvidos na água é a condutividade elétrica, que associada aos valores da RAS, indica os graus de restrição ao uso da água na agricultura.

De acordo com o Comitê de Consultores da Universidade da Califórnia (University of California, 1974), a avaliação da qualidade das águas de irrigação deve ser feita calculando-se o *Sodium Adsorption Ratio* (SAR) ou Razão de Adsorção de Sódio (RAS), que leva em consideração os teores de Na, Ca e Mg, conjuntamente.

Segundo Ayers & Westcot (1994), o sódio é importante na água de irrigação, pois alta concentração de sódio em relação ao cálcio e magnésio pode acarretar problemas de desestruturação do solo, dificultando o processo

de infiltração da água devido à obstrução de poros. A capacidade de infiltração da água no solo cresce com o aumento da salinidade (CE) e decresce com o aumento da RAS.

O estudo da qualidade da água utilizada para irrigação, principalmente da sua salinidade, torna-se necessário, uma vez que esta água é um dos principais meios de entrada de sais no solo (Kashem et al., 2000). O aumento da salinidade reduz o potencial osmótico do solo, refletindo-se na diminuição da absorção de água pelas plantas, comprometendo alguns de seus processos fisiológicos (Viana et al., 2001).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação entre a cobertura do solo e a qualidade da água para irrigação na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, localizada no município de Alegre, ES.

## Material e Métodos

A área estudada consistiu na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, localizada entre as coordenadas geográficas 41° 32' e 41° 38' de longitude Oeste e 20° 43' e 20° 51' de latitude Sul, com área aproximada de 1.265,36 ha, situada no distrito de Rive, município de Alegre (ES). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e verão chuvoso.

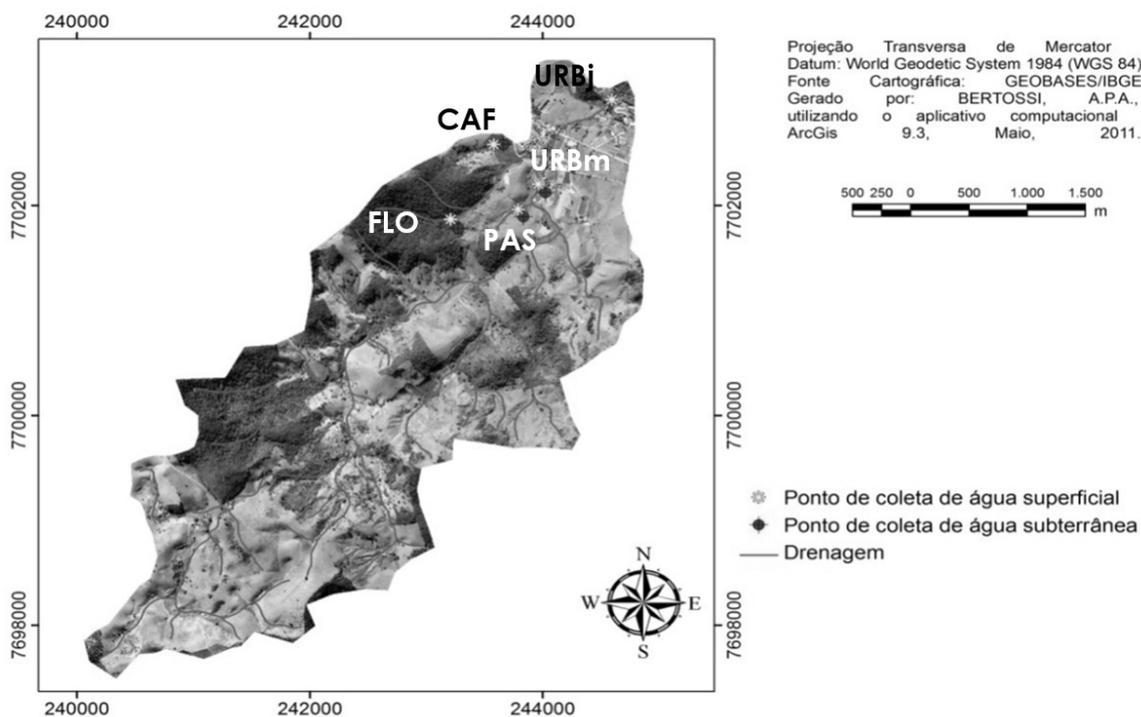
O solo classificado de acordo com a Embrapa (2006) em Latossolo Vermelho Amarelo e a rocha que deu origem ao solo classificada de acordo com Silva (1993) em biotita gnaiss.

Foram coletadas amostras de água superficial (SUP) e subterrânea (SUB) em diferentes locais da sub-bacia estudada, cada um sob influência de diferentes usos do solo: pastagem, floresta, cafeicultura e urbano. As coletas foram realizadas duas vezes ao ano, uma no período de estiagem (E) e outra no período de chuvas (C). Na Figura 1 estão apresentados os pontos de coleta de água, onde: URBJ = água superficial coletada à jusante da área urbana, URBm = águas subterrâneas e superficiais coletadas à montante da área urbana, PAS, FLO e CAF = águas subterrâneas e superficiais coletadas em pontos sob influência de pastagem, floresta e cafeicultura, respectivamente. O ponto de coleta URBJ foi caracterizado apenas pelo

recurso hídrico superficial, pois o poço perfurado para coleta de água subterrânea estava seco nos dois períodos de coleta.

Cabe ressaltar que nenhuma forma de manejo do solo, nem prática de calagem e adubação é feita nas áreas agrícolas avaliadas.

A área urbana estudada constitui uma pequena comunidade, com aproximadamente 3,5 mil habitantes, onde há lançamento de aproximadamente 500 m<sup>3</sup> de esgoto não tratado diariamente no corpo hídrico receptor.



**Figura 1.** Localização dos pontos de amostragem de águas superficiais e subterrâneas na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, onde: URBj = água superficial coletada à jusante da área urbana, URBm = águas subterrâneas e superficiais coletadas à montante da área urbana, PAS, FLO e CAF = águas subterrâneas e superficiais coletadas em pontos sob influência de pastagem, floresta e cafeicultura, respectivamente.

A amostragem das águas superficiais seguiu os procedimentos adotados pela NBR 9898 (ABNT, 1987), que consistiu em mergulhar o frasco de coleta no corpo hídrico, cerca de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água para evitar a introdução de contaminantes superficiais. O frasco foi direcionado de modo que a boca ficasse em sentido contrário ao fluxo de água, para a sua retirada do corpo de água foi inclinado lentamente para cima para permitir a saída do ar. Após a retirada foi desprezada uma pequena porção da amostra, deixando um espaço vazio suficiente para permitir uma boa homogeneização antes do início da análise, fechando-se o frasco imediatamente e identificando-se adequadamente a amostra.

A coleta de água subterrânea foi realizada em poços de monitoramento e seguiu as normas descritas pela CETESB (1988), na qual,

antes da coleta foi efetuada a medição do nível estático de cada poço e esgotamento da água parada. A coleta foi efetuada com a ajuda de um coletor, denominado *bayler* e, após a retirada, a água foi armazenada em frasco de polietileno.

Foram utilizadas caixas de isopor contendo gelo para acondicionamento dos frascos com as amostras de águas superficiais e subterrâneas, promovendo seu resfriamento, do momento da coleta até a condução das mesmas ao laboratório, onde foram armazenadas em câmara fria.

A análise físico-química das águas foi realizada por meio da determinação do pH e condutividade elétrica (CE), utilizando-se peagômetro e condutímetro respectivamente, para cada parâmetro. Cálcio, magnésio e sódio foram determinados em um espectrofotômetro

de absorção atômica por chama, segundo a metodologia da NBR 13810 (ABNT, 1997).

Para classificar as águas analisadas quanto ao risco de salinização e/ou alcalinização do solo, além dos parâmetros analisados foi calculada a razão de adsorção de sódio (RAS), que leva em consideração os teores de Na, Ca e Mg, conjuntamente. Os resultados obtidos foram classificados quanto ao grau de restrição ao uso na agricultura proposto por Ayers & Westcot (1994).

**Tabela 1.** Concentração média e desvio padrão dos parâmetros de qualidade das águas superficiais coletadas no período de estiagem e de chuva na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, onde: URBj = jusante da área urbana, URBm = montante da área urbana, PAS, FLO e CAF = pastagem, floresta e cafeicultura, respectivamente

Parâmetros de qualidade das águas superficiais							
Sub-bacia	Época	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	Ca (mg L <sup>-1</sup> )	Mg (mg L <sup>-1</sup> )	Na (mg L <sup>-1</sup> )	RAS*
URBj	Estiagem	7,0±0,01	0,12±0,0	4,72±0,06	1,66±0,08	7,27±8,1	0,73
	Chuva	7,2±0,14	0,14±0,01	8,09±0,43	2,83±0,2	12,67±7,3	0,97
URBm	Estiagem	6,9±0,0	0,13±0,01	6,42±9,12	2,20±1,95	7,10±2,8	0,61
	Chuva	7,3±0,14	0,15±0,0	8,30±7,79	3,03±1,47	12,30±0,93	0,93
PAS	Estiagem	7,0±0,01	0,10±0,0	4,99±8,95	1,96±1,93	7,17±0,44	0,69
	Chuva	7,5±0,07	0,16±0,0	8,18±7,24	4,48±1,41	8,20±0,26	0,57
FLO	Estiagem	7,2±0,09	0,11±0,01	4,00±0,13	1,89±0,86	6,93±8,8	0,71
	Chuva	7,1±0,07	0,08±0,0	3,85±9,0	1,42±2,7	7,20±5,3	0,79
CAF	Estiagem	6,9±0,08	0,16±0,0	8,60±0,12	3,25±0,85	8,97±7,9	0,66
	Chuva	7,1±0,07	0,12±0,0	5,89±9,28	2,37±2,81	5,87±7,3	0,51

\* Parâmetro calculado:  $RAS = Na / ((Ca + Mg) / 2)$

Os pontos de coleta de água superficial não apresentaram diferenças significativas de pH quanto ao tipo de uso do solo, o que também foi observado por Bueno et al. (2005) ao monitorar a qualidade da água do Horto Ouro Verde em São Paulo.

O pH medido nas águas apresenta-se próximo à neutralidade, faixa ótima para o desenvolvimento da vida aquática, degradação de material orgânico e consequentemente autodepuração dos cursos d'água. Além disso, as águas avaliadas não apresentaram risco de corrosão das tubulações usadas na captação de água para tratamento e irrigação, na qual a faixa ideal fica entre 6,5-8,4.

Estudos desenvolvidos por Donadio et al. (2005), Gonçalves et al. (2005) e Sardinha et al. (2008) que também visaram avaliar a qualidade da água de rios de bacias hidrográficas sob diferentes usos do solo, alcançaram valores de pH semelhantes. Este resultado pode estar relacionado ao fato de não haver despejos de origem industrial nas águas da sub-bacia

## Resultados e Discussão

Os valores de pH foram semelhantes em todos os pontos de coleta, apresentando pequeno aumento no período chuva. Esse parâmetro manteve-se na faixa de 6,9 na água coletada à montante da área urbana e no ponto sob influência da cafeicultura, ambos no período de estiagem a 7,5 no ponto sob influência da pastagem no período de chuva (Tabela 1).

estudada, pois conforme Derísio (2000), esta é uma das causas de maiores alterações referentes ao potencial hidrogeniônico das águas.

A condutividade elétrica das águas sob influência da floresta e da cafeicultura foi menor no período de chuva em relação ao de seca, já nos outros pontos de coleta houve um incremento no valor desse parâmetro (Tabela 1). Essa redução pode ser devido à diluição dos sais em função das chuvas, que aumentam a vazão do rio, fato também constatado por Almeida & Schwarzbald (2003) ao avaliarem a qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro (RS). Já nos pontos de coleta à montante e à jusante da área urbana, a água da chuva não foi suficiente para promover a diluição dos sais presentes.

Já o aumento de CE observado na água sob influência da pastagem pode estar relacionado ao favorecimento dessa cultura ao aporte de materiais do solo para as águas superficiais.

Em áreas de pastagens manejadas de forma ineficiente, normalmente sem

rotação e com excesso de animais, é comum a presença de camadas compactadas pelo pisoteio dos animais (Souza et al., 2008). Em solo compactado, ocorre menor infiltração da água de chuvas e, assim, maior escoamento superficial, arrastando consigo nutrientes do solo para os rios, favorecendo o aumento da CE (Miguel et al., 2009).

Carvalho et al. (2000) verificaram uma diferença sazonal na condutividade elétrica do Ribeirão Feijão (SP), sendo os maiores valores observados na área sob cobertura de pastagem, que segundo eles favoreceu o aporte de materiais do solo para o ambiente aquático, aumentando a concentração de sólidos dissolvidos que acabam favorecendo esta característica limnológica. Santos et al. (2007) observaram maiores valores de condutividade elétrica numa microbacia onde se tinha práticas inadequadas de manejo, como a queima de pasto em área altamente declivosas, além da ocorrência de desmatamento no topo do morro.

O comportamento da CE nos pontos de coleta de água pode ser atestado pelo Ca, Mg e Na, que se apresentaram de forma semelhante, pois segundo Tundisi (1999) estes íons estão associados à alteração da condutividade elétrica da água.

Quanto ao uso na irrigação, as águas das microbacias apresentaram nenhuma restrição. De acordo com Ayers & Westcot (1994), os valores aceitáveis de CE em água usadas para irrigação são 0-0,7 dS m<sup>-1</sup>.

Os parâmetros Ca e Mg apresentaram um aumento de suas concentrações no período de chuva nos pontos de coleta à jusante e à montante da área urbana e no ponto sob influência da pastagem, o que não aconteceu nos outros pontos de coleta. Nestes o valor medido na época de chuva foi menor que na seca (Tabela 1).

O aumento dos valores de Ca e Mg nas águas sob influência da pastagem na época de chuva, provavelmente ocorreu devido ao arraste desse nutriente pelas águas das chuvas, o que também foi constatado por Gonçalves et al. (2005).

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; por outro lado, nos ecossistemas intensamente cultivados, a concentração de magnésio e cálcio estava relacionada com a sazonalidade da aplicação desses nutrientes, para satisfazer as exigências da cultura.

Gonçalves et al. (2005) observaram elevadas concentrações de cálcio e magnésio aumentando da nascente até a foz das águas estudadas. A concentração de cálcio variou de 2,7 a 5,0 mg L<sup>-1</sup> e a de magnésio de 1,4 a 3,5 mg L<sup>-1</sup>, fato que ocorreu devido as elevadas taxas de erosão e elevadas disponibilidades desses nutrientes no solo, concluindo que a presença constante de altas concentrações desses nutrientes na água é condizente com a alta disponibilidade desses nutrientes e manejo inadequado solo.

De acordo com Ayers & Westcot (1994) águas utilizadas para irrigação contendo altos níveis de Mg, onde a razão Ca/Mg é menor do que 1, podem apresentar problemas de infiltração. Assim, a razão Ca/Mg acima de 1 é recomendável, pois o Ca pode reduzir efeitos tóxicos do Na e do Mg. Nas microbacias estudadas, embora a concentração de Mg tenha apresentado o mesmo comportamento que o Ca, a razão Ca/Mg permanece sempre maior do que 1, indicando não haver riscos relativos ao Mg.

O ponto de coleta sob influência da cafeicultura apresentou uma redução da concentração de sódio na época de chuva, já nos outros pontos de coleta observou-se um aumento no teor desse elemento no mesmo período. O maior valor foi encontrado no ponto à jusante da área urbana (Tabela 1).

O íon Na é frequentemente encontrado nas águas, já que seus sais são altamente solúveis (CETESB, 2010). Uma fonte importante desse elemento para as águas é o lançamento de esgotos, por isso o maior valor encontrado após a área urbana (Ayers & Westcot, 1994).

Os teores de Na e de RAS medidos nas águas estão dentro dos limites estabelecidos por

Ayers & Westcot (1994) para uso na irrigação, que são de até 40 mg L<sup>-1</sup> para o Na e até 3 para a RAS; mas, ao avaliar a RAS e a CE conjuntamente, as águas estudadas apresentaram restrição severa ao uso na irrigação, podendo causar desestruturação do solo e dificultar a infiltração de água devido o entupimento dos poros.

Palácio et al. (2009), estudando a dinâmica dos sais das águas superficiais do rio Trussu, no Ceará, para irrigação observaram que as águas foram de qualidade adequada para a agricultura irrigada, sem riscos para as culturas. Já Andrade et al. (2006) estudando a qualidade das águas na bacia do Acaraú, também no

Ceará, observaram que em sua totalidade as águas avaliadas apresentaram riscos de moderado a alto de problemas de infiltração de água no solo provocados pela sodicidade.

Os valores de pH aumentaram na estação chuvosa em todos os pontos de coleta, exceto no ponto à montante da área urbana, onde manteve-se constante. Os valores encontrados variaram de 6,1 na área de pastagem no período de estiagem a 7,5 na área com cafeicultura no período de chuva, mantendo-se próximos a neutralidade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Concentração média e desvio padrão dos parâmetros de qualidade das águas subterrâneas coletadas no período de estiagem e de chuva na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, onde: URBm = montante da área urbana, PAS, FLO e CAF = pastagem, floresta e cafeicultura, respectivamente

		Parâmetros de qualidade das águas superficiais					
Sub-bacia	Época	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	Ca (mg L <sup>-1</sup> )	Mg (mg L <sup>-1</sup> )	Na (mg L <sup>-1</sup> )	RAS*
URBm	Estiagem	6,8±0,21	0,26±0,01	24,43±0,5	6,16±0,12	13,13±1,2	0,61
	Chuva	6,8±0,0	0,27±0,02	22,81±0,19	5,81±0,08	11,27±0,47	0,54
PAS	Estiagem	6,1±0,04	0,21±0,0	6,68±10,6	3,80±2,3	21,83±3,14	1,66
	Chuva	7,1±0,14	0,36±0,01	26,69±8,43	8,73±1,65	21,30±0,87	0,91
FLO	Estiagem	6,3±0,08	0,20±0,0	9,39±0,08	3,94±0,05	18,57±9,2	1,28
	Chuva	6,7±0,07	0,18±0,01	7,65±0,05	3,38±0,1	16,50±5,5	1,24
CAF	Estiagem	7,0±0,02	0,20±0,0	12,15±0,13	3,77±0,96	14,53±0,84	0,93
	Chuva	7,5±0,07	0,16±0,0	7,57±10,6	2,82±3,16	9,33±0,36	0,73

\* Parâmetro calculado:  $RAS = Na / ((Ca + Mg) / 2)$

Menezes et al. (2009) ao estudarem a qualidade da água subterrânea da bacia hidrográfica de São Domingos, RJ, com influência das rochas anfíbolitos, mármores e gnaisse migmatítico, encontraram valores de pH próximos aos medidos nesse estudo. Rheinheimer et al. (2010) também encontraram valores próximos a neutralidade nas águas subterrâneas, o que segundo ele pode estar associado ao maior tempo de contato sedimento-água, favorecendo a liberação de prótons pelas partículas de solo.

Leite et al. (2011) constataram uma variação sazonal no pH das águas subterrâneas em estudo feito na Amazônia, onde os maiores valores foram medidos na época de chuva. O pH encontrado foi menor nas áreas florestadas que nas áreas agrícolas, assim como foi encontrado nesse estudo. Os autores citam que o menor pH encontrado nos poços de floresta está associada a dissolução do gás carbônico, ao intemperismo das rochas e decomposição

da serrapilheira sobre o solo da floresta, que produz ácidos orgânicos.

O pH medido nas águas não restringem seu uso para irrigação (Ayers & Westcot, 1994). Diferente dos resultados obtidos por Faria et al. (2009) ao avaliarem a qualidade de águas subterrâneas para irrigação em Minas Gerais, na qual encontraram valores de pH abaixo do permitido pela legislação, indicando baixa alcalinidade das águas e classificando seu uso na irrigação com risco moderado.

Os valores de CE nos pontos sob influência da floresta e da cafeicultura diminuíram na estação chuvosa, já nos outros pontos os valores medidos na época de chuva foram maiores (Tabela 2). Essa redução pode ser devido à diluição dos sais em função das chuvas, que aumentam o nível dos reservatórios, este fato foi constatado por Cruz et al. (2003) ao caracterizarem as águas superficiais e subterrâneas do projeto Jaguaribe-Apodi (CE).

Segundo Carvalho et al. (2000) áreas sob

cobertura de pastagem favorecem o aporte de materiais do solo para as águas, aumentando a condutividade elétrica, já na área sob influência urbana, a CE medida foi praticamente igual nos dois períodos de coleta, com uma tendência a aumentar com a chuva. Nesse ponto de coleta a infiltração de água no solo pode não ter sido suficiente para promover a diluição dos sais presentes.

As águas estudadas apresentaram altos teores de CE. Segundo Tundisi (1999) alguns íons podem estar associados à alteração da condutividade elétrica da água. Isso fica evidenciado no comportamento do Ca e do Mg, que foi semelhante ao desse parâmetro de qualidade.

Os valores de condutividade encontrados na área com floresta estão acima dos medidos por Leite et al. (2011), na qual encontraram valores médios de 0,064 a 0,084 dS m<sup>-1</sup>, o que segundo ele é resultado de um ambiente altamente intemperizados, como é comum para o clima tropical chuvoso da bacia Amazônica.

Quanto ao uso na irrigação, os valores de condutividade elétrica das águas estudadas não atingiram o limite de restrição, que seria acima de 0,7 dS m<sup>-1</sup> (Ayers & Westcot, 1994).

Os teores de Ca e Mg aumentaram no período de chuva no ponto sob influência da pastagem, que apresentou o maior valor desses elementos e diminuíram nos outros pontos (Tabela 2). Segundo Fernandes et al. (2011) quando a pastagem é bem manejada, as gramíneas auxiliam na retenção do solo e na infiltração da água da chuva no subsolo, o que diluiria os elementos presentes na água subterrânea. Como na pastagem avaliada nenhum tipo de manejo era adotado, a infiltração de água no solo no período de chuva foi baixa e não o suficiente para promover a diluição.

Embora o Mg tenha apresentado o mesmo comportamento que o Ca, a razão Ca/Mg permanece sempre maior do que 1, indicando não haver riscos relativos ao Mg, pois altos níveis desse elemento, onde a razão Ca/Mg é menor do que 1, poderia causar problemas de infiltração dos solos irrigados com estas águas (Ayers & Westcot, 1994).

Faria et al. (2009) encontraram relação Ca/Mg superiores a 4 para os dois municípios estudados. Estes valores analisados conjuntamente com os baixos valores de sódio, permitiram concluir que era grande a probabilidade de ocorrer alcalinização e não sodificação. As águas estudadas apresentam relação Ca/Mg maior que 1 e menor que 4 e altos teores de sódio, ao contrário do que observou Faria et al. (2009), o que acarretaria sodificação e não alcalinização do solo.

Os teores de Na diminuíram na estação chuvosa em todos os pontos de coleta de água. O íon Na é altamente móvel no ambiente e está presente em todas as águas, como enfatizado por vários autores, entre eles Percebon & Bittencourt (2009). Nas águas estudadas as concentrações do íon sódio se apresentaram numa faixa de 9 mg L<sup>-1</sup> na área com cafeicultura no período de chuva a 22 mg L<sup>-1</sup> na área com pastagem no período de estiagem (Tabela 2).

Fernandes et al. (2011), ao avaliarem a qualidade da água da microbacia Glória (RJ), também encontraram valores de sódio menores na época de chuva. 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.

Ao avaliar os teores de Na e de RAS isoladamente, pode-se inferir que as águas estudadas se apresentam dentro dos limites estabelecidos por Ayers & Westcot (1994) para uso na irrigação, que são de até 40 mg L<sup>-1</sup> para o Na e até 3 para a RAS.

Mas ao avaliar os valores da RAS associados à CE, todas as águas estudadas apresentaram restrição moderada quanto ao uso na irrigação, exceto as águas coletadas nas áreas sob influência da floresta e da cafeicultura na época de chuva, que apresentaram restrição severa, podendo causar desestruturação do solo e obstrução de poros, dificultando o processo de infiltração de água, o que não foi observado por Faria et al. (2009) ao avaliarem a qualidade de águas subterrâneas para irrigação em Minas Gerais.

Já Oliveira & Maia (1998) ao avaliarem as características físico-químicas, em diferentes aquíferos da região sedimentar do Estado do Rio

Grande do Norte, observaram que a maioria das águas analisadas poderia apresentar problemas, tanto para os solos quanto para os sistemas de irrigação.

Todos os pontos de coleta apresentam RAS menor que três, portanto o parâmetro que está influenciando na caracterização dessas águas quanto ao grau de restrição para uso na irrigação é a condutividade elétrica, na qual maiores valores de CE indicam alta capacidade de infiltração da água no solo.

### Conclusões

A cobertura do solo não alterou a qualidade da água para irrigação. As águas analisadas não apresentam restrição ao uso na irrigação quanto às características: pH, CE, Ca, Mg, Na e RAS, quando avaliadas isoladamente.

Ao avaliar as características CE e RAS conjuntamente as águas superficiais apresentam restrição severa e as águas subterrâneas restrição moderada a severa quanto ao uso na irrigação. As águas avaliadas, tanto superficiais quanto subterrâneas, não apresentam risco de salinização do solo, mas apresentam risco de sodificação, podendo dificultar a infiltração de água.

### Referências

Almeida, M.A.B., Schwarzbald, A. 2003. 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* 8: 81-97.

Andrade, E.M., Batista, T.M., Teixeira, A.S., Meireles, M., Souza, B.F.S. 2006. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. *Ciência Agrônômica* 7: 280-287.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1987. *Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores*: 9898. Rio de Janeiro, Brasil. 22 p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1997. *Água - Determinação de metais – Método de espectrometria de absorção atômica por chama*: 13.810. Rio de Janeiro, Brasil. 4 p.

Ayers, R.S., Westcot, D.W. 1994. *Water Quality for Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. 151 p.

Bueno, L.F., Galbiatti, J.A., Borges, M.J. 2005.

Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. *Engenharia Agrícola* 25: 742-748.

Carvalho, A.R., Schlittler, F.H.M., Tornisielo, V.L. 2000. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água. *Química nova* 23: 618-622.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 1988. *Amostragem e monitoramento das águas subterrâneas*: 6410. São Paulo, Brasil. 32 p.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2010. Variáveis de qualidade das águas. <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/34-variaveis-de-qualidade-das-aguas---old>. <Acesso em 10 Dez. 2010>

Cruz, M.G.M., Andrade, E.M., Ness, R.L.L., Meireles, A.C.M. 2003. Caracterização das águas superficiais e subterrâneas do projeto Jaguaribe-Apodi. *Engenharia Agrícola* 23: 187-194.

Derísio, J. C. 2000. *Introdução ao Controle de Poluição Ambiental*. Signus Editora, São Paulo, Brasil. 224 p.

Donadio, N.M.M., Galbiatti, J.A., Paula, R.C. 2005. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola* 25: 115-125.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, Brasil. 316 p.

Faria, F.H.S., Lima, L.A., Ribeiro, M.S., Santos, R.S., Ribeiro, K.M. 2009. Avaliação da salinidade, sodicidade e alcalinidade das águas subterrâneas para irrigação em Jaíba e Janaúba, Minas Gerais. *Irriga* 14: 299-313.

Fernandes, M.M., Ceddia, M.B., Ramos, G.M., Gaspar, A., Moura, M.R. 2011. Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Glória, Macaé – RJ. *Engenharia Ambiental* 8: 105-116.

Gonçalves, C.S., Rheinheimer, D.S., Pellegrini, J.B.R., Kist, S.L. 2005. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental* 9: 391-399.

Kashem, M.A., Sultana, N., Ikeda, T., Hori, H., Loboda, T., Mitsui, T. 2000. Alteration of starch-sucrose transition in germinating wheat seed under sodium chloride salinity. *Journal of Plant Biology* 43: 121-127.

Leite, J.O. 1994. Variação das concentrações

- de P, K, Ca e Mg nas águas fluviais do agroecossistema cacauero Almada, Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 18: 483-490.
- Leite, N.K., Krusche, A.V., Cabianchi, G.M., Ballester, M.V.R., Victoria, R.L., Marchetto, M., Santos, J.G. 2011. Groundwater quality comparison between rural farms and riparian wells in the western Amazon, Brazil. *Química Nova* 34: 11-15.
- Lucas, A.A.T., Folegatti, M.V., Duarte, S.N. 2010. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 14: 937-943.
- Marotta, H., Santos, R.O., Enrich-Prast, A. 2008. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambiental. *Ambiente & Sociedade* 11: 67-79.
- Menezes, J. M., Prado, R.B., Silva Júnior, G.C., Mansur, K.L., Oliveira, E.S. 2009. Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos –RJ. *Engenharia Agrícola* 29: 87-698.
- Miguel, F.R.M., Vieira, S.R., Grego, C.R. 2009. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 1513-1519.
- Oliveira, M., Maia, C.E. 1998. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2: 17-21.
- Palácio, H.A.Q., Neto, J.A.C., Teixeira, A.S., Andrade, E.M. 2009. Caracterização da potencialidade de uso das águas subterrâneas no vale do Trussu-CE. *Revista Ciência Agronômica* 35: 316-324.
- Percebon, C.M., Bittencourt, A.V.L. 2009. Considerações sobre as características de qualidade das águas subterrâneas de Blumenau-SC em relação à Resolução CONAMA 396. *Águas subterrâneas* 23: 69-84.
- Rheinheimer, D.S., Gonçalves, C.S., Bortoluzzi, E.C., Pellegrini, J.B.R., Silva, J.L.S., Petry, C. 2010. Qualidade de águas subterrâneas captadas em fontes em função da presença de proteção física e de sua posição na paisagem. *Engenharia Agrícola* 30: 948-957.
- Santos, G.V., Dias, H.C.T., Silva, A.P.S., Macedo, M.N.C. 2007. Análise hidrológica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa – MG. *Revista Árvore* 31: 931-940.
- Sardinha, D.S., Conceição, F.T., Souza, A.D.G., Silveira, A., De Julio, M., Gonçalves, J.C.S.I. 2008. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). *Engenharia Agrícola e Ambiental* 13: 329-338.
- Silva, J.N. 1993. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Cachoeiro de Itapemirim*. Folha SF.24-V-A-V. Estado do Espírito Santo. Escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM. 176 p. 2 mapas.
- Souza, G.S., Lima, J.S.S., Silva, S.A., Oliveira, R.B. 2008. Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. *Acta Scientiarum. Agronomy* 30: 589-596.
- Toledo, L.G., Nicoletta, G. 2002. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agrícola* 59: 181-186.
- Tundisi, J. G. 1999. *Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios*. Suprema Gráfica e Editora, São Carlos, Brasil. 24 p.
- University of California. 1974. *Guideline for Interpretation of Water Quality for Agriculture*. Davis, USA. Committee of consultants, 13 p.
- Viana, S.B.A., Rodrigues, L.N., Fernandes, P.D., Ghevi, H.R. 2001. Produção da alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 5: 62-66.