

Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará¹

A proposed water quality index: the case of Trussu River, Ceará, Brazil

Eunice Maia de Andrade², Helba de Araújo Queirós Palácio³, Lindbergue de Araújo Crisóstomo⁴, Ivam Holanda de Souza³ e Adunias dos Santos Teixeira⁵

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo elaborar um índice de qualidade da água para o trecho perenizado do rio Trussu, na região de Iguatu-CE. Suas águas são barradas pelo açude Roberto Costa (Trussu), o qual pereniza 24 km de rio com a finalidade de fornecer água para o consumo humano e a agropecuária da região. As campanhas de coletas foram realizadas mensalmente no período de setembro de 2002 a fevereiro de 2004, em nove estações distribuídas ao longo do trecho perenizado e em poços rasos próximos às margens do rio Trussu. Foram quantificados os seguintes atributos físico-químicos: pH, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, fosfato, cloreto, amônio, nitrato, sulfato e calculada a relação de adsorção de sódio; os quais serviram de base para o desenvolvimento de um índice de qualidade de água (IQA). Os resultados revelaram que o pior índice da qualidade da água foi registrado na estação seca, e o melhor no final da estação chuvosa. As estações 6 e 7 foram as que apresentaram o pior IQA, de água superficial, devido ao cloreto e nitrato, no entanto mostraram-se adequadas ao consumo humano ao longo de todo o período estudado, apresentando média de IQA acima de oitenta. Para as águas subterrâneas, os piores índices foram registrados nas estações 8 e 9, enquadrando-se como inadequada para consumo humano. Esta menor qualidade de água pode ser atribuída à maior concentração demográfica da região e ausência de saneamento básico.

Termos para indexação: qualidade de água, recursos hídricos, poluição hídrica.

ABSTRACT

This study was carried out to assess water quality in the Trussu River valley by indexing numerically the potential pollution. This study was done in the part of the valley where is located several farms with livestock activities and some villages. Thirteen physico-chemical variables in water were measured in nine collected samples taken from stations located along 24 km of the Trussu River. Water samples were took out every month from sept./2002 to mar./2004. The physico-chemical variables were: pH, EC, Na⁺, Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, PO₄⁻², NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄⁻² and SAR. Results showed up that the worst water quality index (WQI) occurred during the dry season, while the best one was registered in the end of rainfall season. Sampling stations 6 and 7 presented the lower WQIs to surface water due to chloride and nitrate. They were suitable to human consume with an annual average over to eighty. To shallow well, sampling stations 8 and 9 registered the lowest WQIs and they were inapt to human consume. These results can be explained by a bigger demographic concentration close to stations and the lack of sewer in the region.

Index terms: water quality, water resources, water pollution.

¹Recebido para publicação em: 03/10/2004.

Aprovado em: 23/02/2005.

Parte da dissertação de mestrado do segundo autor apresentada ao Dep. de Eng. Agrícola, CCA/UFC

²Eng. Agrônomo, Ph.D., bolsista do CNPq, Profa. do Dep. de Eng. Agrícola, CCA/UFC, CE eandrade@ufc.br

³Licenciados em Ciências Agrícolas, Prof. da EAFIG, CE, helbaaraujo@bol.com.br

⁴Eng. Agrônomo, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, CE, lindberg@cnpat.embrapa.br

⁵Eng. Agrônomo, Ph.D., Prof. do Dep. de Eng. Agrícola, CCA/UFC, CE, adunias@ufc.br

Introdução

A demanda crescente de água ao longo do tempo e a necessidade de um controle mais eficiente da sua qualidade impulsionou a criação de agências e órgãos reguladores; bem como o desenvolvimento de pesquisas para assessorar as atividades de controle e manejo. O monitoramento das águas fluviais tem produzido grandes quantidades de dados, e este grande volume, freqüentemente frustra a detecção de tendência em qualidade de água (Jonnalagadda e Mhere, 2001). O desenvolvimento de índices de qualidade de água tem como objetivo transformar as informações, geradas pelos monitoramentos, em uma forma mais acessível e de fácil entendimento pelas pessoas envolvidas no gerenciamento deste recurso e, principalmente, pelas populações que utilizam estes mananciais. O IQA é empregado nas mais diferentes formas como uma metodologia integradora, por converter várias informações num único resultado numérico (Almeida e Schwarzbald, 2003).

Várias técnicas vêm sendo aplicadas por pesquisadores no desenvolvimento de IQA (Horton, 1965; Dunnette, 1979). Estudos comparativos entre índices com a finalidade de determinar a existência de relação entre os valores observados e aqueles atribuídos pelos especialistas foram desenvolvidos por Landwehr e Deininger (1976). A influência da atividade antropogênica na qualidade das águas superficiais e subterrâneas foi quantificada por Mellout e Collin (1998) e Mendiguchia et al. (2004) entre outros, pelo emprego de índices de qualidade de água. Entre os IQA, o mais conhecido e aceito é aquele proposto pela National Sanitation Foundation, o qual vem sofrendo adaptações nas mais diferentes regiões do globo (Jonnalagadda e Mhere, 2001).

No Brasil, o IQA da National Sanitation Foundation foi adaptado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (IQA_{CETESB}). Este índice vem sendo utilizado por vários pesquisadores e órgãos ambientais como ferramenta de avaliação da qualidade das águas (Dias et al., 2003; Almeida e Schwarzbald, 2003). Em decorrência dos índices de qualidade de água serem desenvolvidos em regiões úmidas; o presente trabalho teve por objetivo elaborar um IQA para as águas do vale Trussu, inserido na zona semi-árida do Ceará. A qualidade das águas deste ecossistema, sofre uma grande influência da alta taxa de evaporação existente na região.

Material e Métodos

O presente trabalho limita-se à área à jusante da barragem Roberto Costa até a foz do rio Trussu na margem esquerda do rio Jaguaribe, numa faixa de 24 quilômetros de extensão, entre as coordenadas geográficas 6°20'59" e 6°16'48" de latitude Sul e 39°27' e 39°16'12" de longitude Oeste (Figura 1). Segundo a classificação climática de Koeppen, a região é do tipo BSw'h', clima semi-árido com precipitações máximas de outono, e temperatura média mensal superior a 18°C. A precipitação pluvial média é de 750 mm.ano⁻¹, com evaporação potencial de 2943 mm.ano⁻¹ e insolação de 2945 h.ano⁻¹. A área em estudo encontra-se inserida nas depressões sertanejas semi-áridas, onde ocorrem as várzeas férteis com predominância de solos Neossolos flúvicos de textura pesada, circundados por encostas de topografia suave com predominância de Argissolos (COTEC, 1989).

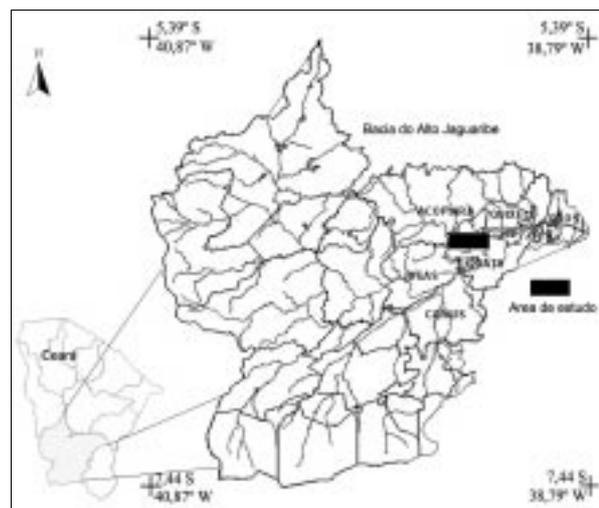


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Foram estabelecidas nove estações amostrais localizadas ao longo do trecho perenizado do rio Trussu, sendo numeradas de 1 a 9, assumindo a denominação de Estação Amostral, EA (Figura 2). As estações EA1, EA2, EA5, EA6 e EA7 situaram-se no segmento do rio, sendo representativas das águas superficiais. A estação EA1 correspondia a galeria de liberação de água do açude Roberto Costa (Trussu). A estação EA2 foi localizada no sítio Pedreiras, a EA5, próximo a Vila de Santa Clara, a EA6 após a Vila Varjota e a EA7 na Vila Barra, na foz do rio. Para monitorar as águas subterrâneas foram estabelecidas estações em poços rasos (cacimbões), estando as EA3 e EA4 situadas na Vila de Santa Clara, a EA8 na Vila de Varjota e a EA9 na Vila de Barreiras dos Pinheiros.

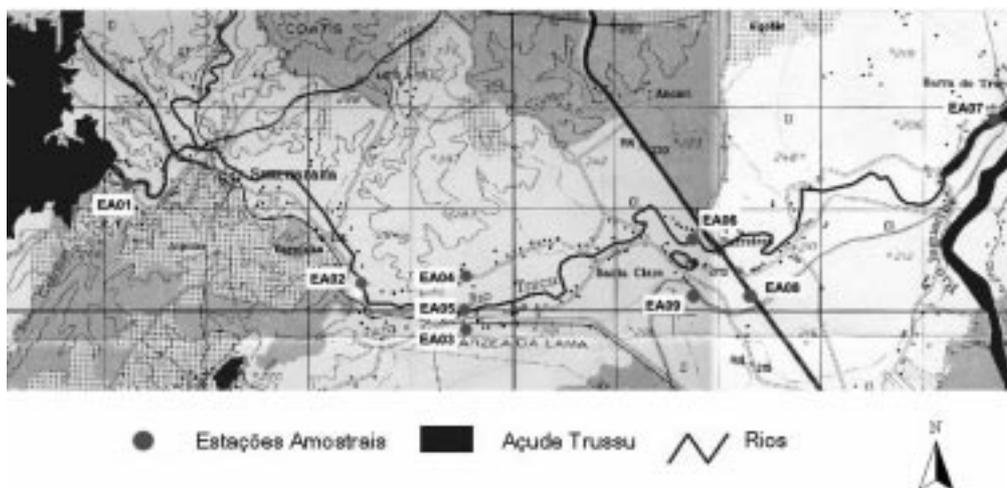


Figura 2 - Área de estudo e localização das estações amostrais.

As coletas foram realizadas mensalmente, durante o período de setembro de 2002 a fevereiro de 2004 com o objetivo de acompanhar as alterações ocorridas nas águas superficiais e subterrâneas, em função das estações chuvosa e seca. As amostras foram acondicionadas em garrafas plásticas de 1000 mL, adicionado duas gotas de tolueno a fim de evitar a proliferação de microorganismos. Nesta pesquisa os seguintes atributos físico-químicos foram considerados: pH, condutividade elétrica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, fosfato, cloreto, amônio, nitrato, sulfato e calculada a RAS, segundo metodologia de Richards (1954).

Na identificação das variáveis mais importantes para a variabilidade da qualidade das águas do rio Trussu, desenvolvida nesta pesquisa, utilizou-se a Análise das Componentes Principais (ACP), tendo sido selecionadas seis variáveis consideradas mais indicativas na variabilidade da qualidade das águas.

O índice de qualidade de água (IQA) foi calculado pelo somatório da qualidade individual de cada variável (q_i) ponderado pelo peso desta variável na avaliação da variabilidade total da qualidade da água (w_i), segundo a fórmula:

$$IQA = \sum_{i=1}^n q_i w_i \quad (1)$$

onde:

IQA: Índice de qualidade de água, um número entre 0 e 100; q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, apresentados na Tabela 1, em função de sua concentração ou valor da vari-

ável; w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a explicação da variabilidade global da qualidade das águas da região.

Os limites para o enquadramento dos valores da medida de cada parâmetro no seu referido q_i (Tabela 1) foram realizados seguindo as recomendações de qualidade de água para o consumo humano (Brasil, 1986 e 2000). Também foram utilizados os padrões de qualidade de água para irrigação segundo Reichardt (1978) e Ayers e Westcot (1999).

Para atribuir os pesos (w_i) a cada parâmetro de qualidade de água utilizado no IQA tomou-se como base os resultados obtidos na análise das componentes principais. Neste procedimento são utilizados os autovalores das componentes, e a explicabilidade de cada variável pelas respectivas componentes, extraídos da ACP. A expressão empregada no cálculo do w_i foi:

$$w_i = \frac{F_1 P_{1i} + F_2 P_{2i}}{\left(\sum_{j=1}^n F_1 P_{1j} \right) + \left(\sum_{j=1}^n F_2 P_{2j} \right)} \quad (2)$$

onde:

w_i : peso atribuído a i -ésima variável que compõe o IQA; F_{1i} e F_{2i} : autovalor das componentes principais; P_{1i} : explicabilidade da i -ésima variável pela componente principal; P_{2j} : explicabilidade da j -ésima variável pelas componentes principais; i e j : índices para as variáveis 0 a 6; n : número de variáveis envolvidas na ACP(6).

Tabela 1 - Limites das variáveis utilizadas no IQA para cálculo do q_i

q_i	pH	CE	Na ⁺	Cl	NO ₃ ⁻	RAS
		(dS.m ⁻¹)	(mmol.L ⁻¹)	(mmol.L ⁻¹)	(mg.L ⁻¹)	
80 – 100	7,0 – 7,5	0,00 – 0,30	0,0 – 2,0	0,0 – 0,5	0,0 – 2,5	0,0 – 1,5
60 – 80	5,5-7,0 ou 7,5-8,5	0,30 – 0,50	2,0 – 5,0	0,5 – 1,5	2,5 – 5,0	1,5 – 3,0
40 – 60	4,5-5,5 ou 8,5-9,0	0,50 – 0,75	5,0 – 8,5	1,5 – 3,0	5,0 – 10,0	3,0 – 5,0
20 – 40	4,0-4,5 ou 9,0-9,5	0,75 – 3,00	8,5 – 9,0	3,0 – 7,0	10,0 – 30,0	5,0 – 8,0
0 – 20	< 4,0 ou > 9,5	> 3,0	> 9,0	> 7,0	> 30,0	> 8,0

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA em uma escala de 0 a 100, é classificada, segundo as variáveis avaliadas, para abastecimento público e/ou irrigação, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Faixas de qualidade da água para o IQA.

Valor numérico do IQA	Classific. da qualidade
0,00 — 30,00	Inadequada
30,00 — 50,00	Ruim
50,00 — 70,00	Regular
70,00 — 90,00	Boa
90,00 — 100,00	Ótima

com os sais presentes nas águas. Na elaboração de um índice de qualidade de água para a região Sharon em Israel, Melloul e Collin (1998), identificaram um maior peso para o nitrato.

Tabela 3 - Pesos (w_i) para as respectivas variáveis do IAQ.

Variáveis	Peso
Sódio (Na ⁺)	0,219
Relação de adsorção de sódio (RAS)	0,217
Condutividade elétrica da água (CEa)	0,218
Cloreto (Cl ⁻)	0,215
Nitrato (NO ₃ ⁻)	0,061
Potencial de hidrogênio (pH)	0,070
Total	1,00

Resultados e Discussão

O valor do peso (w_i) de cada parâmetro em função do autovalor de cada componente, associado a explicabilidade de cada variável em relação às componentes principais extraídas, pode ser visto na Tabela 3. Procedimento semelhante foi adotado por Haase et al. (1989) que utilizaram um IQA para avaliar a qualidade das águas da bacia hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Os referidos autores ponderaram os pesos em função apenas da primeira componente principal encontrada na análise das componentes principais.

Na Tabela 3 observa-se que os maiores pesos para o IQA foram registrados pelas variáveis relacionadas à concentração salina da água. O íon sódio é a variável que apresentou maior peso, tendo o índice alta sensibilidade à variabilidade deste cátion. Os variáveis relacionados à presença de componentes orgânicos na água, pH e NO₃⁻, obtiveram pesos bem inferiores aos demais. Com isto, o índice apresenta menor sensibilidade à composição orgânica que aos teores de sais destas águas. Este fato ocorre porque, segundo a análise da componente principal, a grande variabilidade dos dados das águas estudadas é explicada pela componente (1), que está relacionada

Valores de IQA para Águas Subterrâneas

Na Tabela 4 se observa a grande diferença entre os valores de IQA das estações 3 e 4 e aqueles das estações 8 e 9. As duas primeiras apresentaram médias superiores a 70, enquanto as outras duas, inferiores a 35. Outro fato diferencial é o valor do coeficiente de variação que para as duas primeiras foi menor que 10% e para as duas últimas superou os 25%, ao longo de todas as datas de coleta. Pode-se, ainda, constatar na referida tabela o aumento nos valores do coeficiente de variação espacial ao longo do período amostrado, chegando a 68 no mês de janeiro de 2004. Esta grande variabilidade espacial na qualidade das águas do cristalino também foi detectada por Queiroz et al. (2001).

A discrepância entre as EA3 e 4 com relação às EA8 e 9 também ficou evidenciada na Figura 3. Isto pode estar ocorrendo pelo fato das primeiras serem poços rasos muito próximos ao leito do rio, a menos de 100 m, e haver uma marcante influência da água superficial em suas recargas; enquanto que as estações 8 e 9 são poços rasos localizados a mais de 1.000 metros da margem do rio. Outro fato que pode justificar esta diferença é que poços (3 e 4) estão locados em solos Neossolo fluvico, normal-

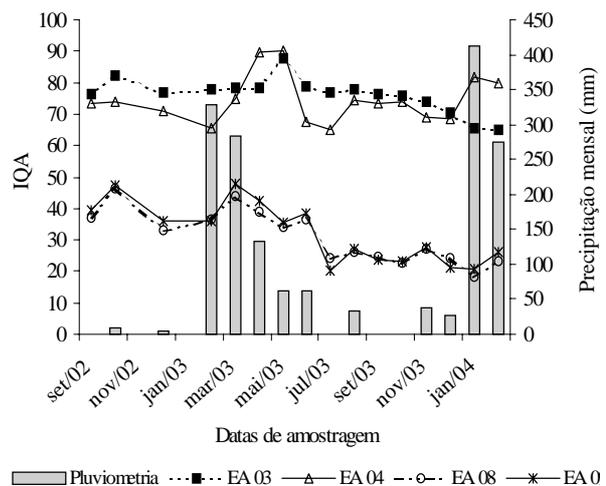
Tabela 4 - Valores do Índice de Qualidade de Água para as águas subterrâneas, nas áreas baixas do vale do Trussu.

Coleta	EA3	EA4	EA8	EA9	Média	C.V.
Set/2002	76,23	73,56	47,51	50,02	61,83	24,52
Out/2002	82,59	74,32	51,12	51,45	64,87	24,74
Dez/2002	76,86	71,09	33,67	47,42	57,26	35,35
Fev/2003	78,19	66,03	37,16	36,36	54,43	38,59
Mar/2003	78,64	74,89	44,32	48,36	61,55	28,77
Abr/2003	78,67	89,64	39,77	43,08	62,79	39,99
Mai/2003	87,95	90,07	34,59	36,15	62,19	49,82
Jun/2003	78,92	67,87	36,81	39,15	55,69	37,64
Jul/2003	76,84	65,54	24,75	20,29	46,85	60,91
Ago/2003	78,15	74,41	26,79	27,58	51,73	54,88
Set/2003	76,46	73,37	25,29	24,08	49,80	58,30
Out/2003	75,85	73,88	33,95	23,79	51,87	51,84
Nov/2003	74,19	69,49	27,77	27,84	49,82	51,17
Dez/2003	70,75	68,89	24,87	21,50	46,50	58,00
Jan/2004	65,95	81,68	18,63	20,99	46,81	68,04
Fev/2004	65,18	79,82	23,74	26,26	48,75	57,62
Média	76,34	74,66	33,17	34,02	54,55	44,38
C.V.	7,31	9,89	28,07	33,27	19,63	

mente bastante heterogêneos, por terem sido formados através de deposições sucessivas, e com isto podem apresentar variações abruptas tanto na distribuição das camadas horizontais como na distribuição espacial. Semelhante variabilidade na qualidade das águas subterrâneas foi constatada por Montenegro et al. (2003) em um aquífero aluvial do Agreste Pernambucano.

Na Figura 3 nota-se que as águas dos pontos de amostragem 3 e 4, na maior parte do tempo de estudo apresentaram valores de IQA superiores a 60; portanto, adequadas ao consumo humano quanto as variáveis estudadas. Por outro lado, as águas dos pontos 8 e 9 em nenhuma das amostragens apresentou IQA que superasse o valor 50 e, com isto, não são adequadas ao consumo humano. Com relação a estes dois últimos pontos, pode-se observar que, ao longo do tempo estudado, há uma tendência decrescente na qualidade destas águas, sem recuperação significativa na época chuvosa.

Os fatores limitantes destas águas são os conteúdos de sódio e cloreto. Na maior parte do tempo, os valores de q_i do Na^+ variaram de zero a dez; enquanto que os de cloreto, com exceção de dois valores estiveram sempre entre zero e 15. Estes valores influenciam a CE que também é limitante, não superando o valor 40 para o IQA, portanto, mantendo-se sempre abaixo do limite aceitável ao consumo humano (Brasil, 1986 e 2000).

**Figura 3** - IQA para as águas subterrâneas no vale do Trussu.

Valores de IQA para Águas Superficiais

Pela Tabela 5 nota-se uma homogeneidade nos valores de IQA das estações amostrais 1; 2; 5; 6 e 7, quando comparados com os valores da Tabela 4; indicando que as águas superficiais desta região apresentaram uma menor variabilidade tanto espacial como temporal, quando comparadas com as águas subterrâneas. Nesta tabela pode-se constatar, também, que os valores de IQA variam entre 72 e 89 (classe de boa qualidade), podendo ser utilizadas para o consumo humano ao longo de todo o tempo,

de acordo com as recomendações de Brasil (1986 e 2000). A mesma tendência foi encontrada por Jonnalagadda e Mhere (2001) no desenvolvimento de IQA para o rio Odzi no Zimbábue. Já Almeida e Schwarzbold (2003) obtiveram valores de IQA entre 44 e 73 para o rio da Cria Montenegro-RS, trabalhando com o IQA da NSF; identificando assim, uma água de qualidade inferior.

A concentração dos sais no período seco e a diluição no período das chuvas causam conseqüentemente uma variação nos valores de IQA; mas esta variação não é suficiente para promover a mudança de classe destas águas ao longo do tempo (Tabela 5). Nota-se, também, que embora a variabilidade espacial seja superior à temporal, não há alteração nas classes de água entre os pontos amostrados. Esta variação sazonal nos valores do IQA também foi constatada por Bordalo et al. (2001), quando estudaram a qualidade das águas do rio Bangpakong no leste da Tailândia. Por outro lado, Almeida e Schwarzbold (2003) constataram a baixa qualidade de água era observada 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 melhores IQAs no rio Trussu (Tabela 5), foram constatados nos meses de abril de 2003 e janeiro de 2004, sendo atribuídos as maiores pluviosidades ocorridas (Figura 4). Os valores de IQA em janeiro de 2004 ficaram próximos aos de

abril de 2003, mostrando-se um pouco inferiores e isto atribuí-se aos conteúdos de nitrato terem sido mais elevados, reduzindo os valores de q_1 para este parâmetro. Acredita-se que o aumento nos valores de nitrato seja uma conseqüência natural das altas taxas de pluviosidade registradas durante este mês, o que segundo Srinivasan et al. (2003) promove o carreamento de materiais das camadas superficiais do solo, principalmente onde a vegetação nativa se encontra bastante degradada.

Os valores de IQA indicam que as piores qualidades ocorreram nos meses correspondentes ao final da estação seca. Nesta época, o açude que pereniza o rio estava em seu nível mais baixo, resultando em uma maior concentração dos sais em decorrência do processo de evaporação. Este processo é comum nas regiões áridas e semi-áridas (Queiroz et al., 2001). Como no cálculo do IQA o fator de maior influência é a composição química da água (Tabela 3). Esta tendência à variação sazonal da qualidade de água de rio, também foi encontrada por Bardolo et al (2001), estudando a qualidade das águas do rio Bangpakong no leste da Tailândia.

De maneira geral, a estação amostral de pior qualidade foi a de número 6, devido aos conteúdos de sódio e cloreto. Acredita-se que esta maior concentração de sais esteja sendo motivada por umamancha de solo existente na área; haja visto que os dois poços amostrados nesta região (pontos 8 e 9)

Tabela 5 - Valores do IQA para as águas do trecho perenizado do rio Trussu.

Coleta	EA1	EA2	EA5	EA6	EA7	Média	C. V.
Set /2002	84,30	84,38	84,47	82,23	81,38	83,35	1,74
Out/2002	87,91	87,47	81,15	78,75	79,81	83,02	5,24
Dez/2002	84,60	87,00	82,81	80,49	79,82	82,94	3,57
Fev/2003	85,11	83,32	83,64	80,27	79,93	82,46	2,74
Mar/2003	84,14	86,56	82,62	76,59	77,41	81,46	5,30
Abr/2003	89,05	83,69	86,04	83,18	86,76	85,74	2,79
Mai/2003	85,32	83,40	81,84	77,82	78,26	81,33	3,99
Jun/2003	84,18	83,55	84,35	78,96	81,32	82,47	2,80
Jul/2003	84,42	84,17	83,30	76,77	76,99	81,13	4,81
Ago/2003	85,20	85,60	83,99	80,05	78,84	82,73	3,74
Set/2003	82,80	83,28	84,19	77,55	80,58	81,68	3,26
Out/2003	86,42	84,69	83,27	72,11	81,78	81,65	6,86
Nov/2003	83,43	84,53	84,00	72,65	82,33	81,39	6,08
Dez/2003	81,86	83,46	83,18	73,00	79,17	80,13	5,41
Jan/2004	87,91	86,52	82,28	81,42	86,35	84,90	3,37
Fev/2004	86,06	83,05	81,88	82,08	81,92	83,00	2,14
Média	85,17	84,67	83,31	78,37	80,79	82,46	3,45
C. V.	2,26	1,76	1,47	4,42	3,40	2,66	

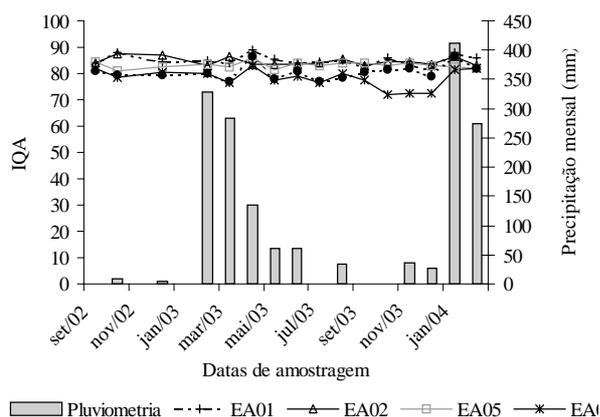


Figura 4 - IQA das águas do trecho perenizado do rio Trussu.

apresentaram as águas de mais baixo IQA ao longo de todo o tempo de estudo (Tabela 4). Outro fato que pode estar influenciando os valores de cloro na área é que, ao longo do curso em estudo, este é o trecho mais habitado. As comunidades ribeirinhas lançam seus esgotos diretamente no leito do rio e, muitas pessoas fazem uso das águas do rio para lavar roupas, em seu próprio leito. Com estas características e considerando que a vazão do rio na época seca é muito baixa, os sabões devem estar afetando o teor de cloro destas águas. Resultados semelhantes foram encontrados por Mesquita et al. (2003) ao pesquisarem a influência do uso da terra sobre a qualidade da água da bacia do rio Descoberto, no Distrito Federal; bem como por Helena et al. (2000) para as águas do aquífero do rio Pisuerga na Espanha. A estação 6 também apresentou o menor valor absoluto de IQA no mês de outubro de 2003 (Tabela 5), e isto atribui-se aos elevados teores de sais e nitrato.

A estação amostral de melhor qualidade foi a EA1, a qual fica localizada na saída da galeria de liberação de água pelo açude Roberto Costa “Trussu”, sendo que neste ponto não há a influência direta do escoamento superficial. Observou-se, também que os valores de IQA variaram muito pouco entre as estações 1; 2 e 5, atribuindo-se isto a prática da agricultura de subsistência em pequena escala,

e o restante da área ser explorada com pastagem ou vegetação nativa.

A análise puramente numérica dos valores de IQA permitiu a elaboração de uma classificação escalonada, a partir das médias tanto espaciais, quanto temporais (Tabela 6). Com base nessa avaliação foi possível determinar as estações amostrais, bem como a época do ano, de pior e melhor qualidade de água. Através da Tabela supra citada, pode-se observar que os maiores valores de IQA são encontrados na EA01 e os menores valores nas duas últimas estações. Não se pode afirmar especificamente se esta degradação é única e exclusivamente devida à influência antrópica, pois este índice é muito influenciado pelos teores de sais da água. Em definição da qualidade das águas do arroio Cria Montenegro – RS, pelo emprego do IQA da National Sanitation Foundation (NSF), Almeida e Schwarzbold (2003), encontraram uma tendência de que, praticamente, todas as estações amostrais estavam na mesma faixa. Os autores consideraram que tal comportamento foi em decorrência do elevado peso relativo atribuído no IQA às variáveis oxigênio dissolvido e coliformes fecais.

Conclusões

1. O índice de qualidade de água IQA apresentou uma boa adequação para avaliar a qualidade das águas do vale do Trussu;
2. O pior índice de qualidade da água foi registrado na estação seca, expressando o efeito do processo de evaporação na qualidade das águas do vale do Trussu.
3. Existe variabilidade espacial na qualidade das águas subterrâneas do vale do Trussu, e em alguns pontos a água é inadequada ao consumo humano;
4. As águas superficiais do vale do Trussu são adequadas ao consumo humano ao longo de todo o período estudado;
5. O menor valor do IQA registrado pode ser atribuído à maior concentração demográfica da região e ausência de saneamento básico.

Tabela 6 - Posição das estações de amostragem, de acordo com o valor do IQA, por coleta.

Posição	2002								2003								Moda
	set	out	dez	fev	mar	abr	maí	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	
1°	P05	P01	P02	P01	P02	P01	P01	P01	P01	P02	P05	P01	P02	P02	P01	P01	P01
2°	P02	P02	P01	P05	P01	P05	P02	P05	P02	P01	P02	P02	P05	P05	P02	P02	P02
3°	P01	P05	P05	P02	P05	P02	P05	P02	P05	P05	P01	P05	P01	P01	P07	P06	P05
4°	P06	P07	P06	P06	P07	P07	P07	P07	P07	P06	P07	P07	P07	P07	P05	P05	P07
5°	P07	P06	P07	P07	P06	P06	P06	P06	P06	P07	P06	P06	P06	P06	P06	P07	P06

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES e à FUNCAP pelo apoio financeiro desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.81-97, 2003.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Revisado. trad: Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB 1999. 218p. (FAO, Irrigação e Drenagem 29).

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

BRASIL (1986). CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986**. Estabelece a classificação das águas do Território Nacional e disciplina o enquadramento dos cursos de água. Brasília, p.43-53.

BRASIL (2000). Ministério da Saúde. **Portariano nº 1469 de 20 de dezembro de 2000**. Institui as normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Brasília: Gabinete do Ministro da Saúde.

COTEC, Consultoria Técnica Ltda. **Barragem Trussu. Estudo e avaliação dos impactos ambientais. Tomo I: diagnóstico ambiental**. PRONI-DNOCS. Fortaleza, Tomo I (Diagnóstico Ambiental), 1989, 118p.

DIAS, C. A.; OLIVEIRA, D. M.; RIBEIRO, M. L. Avaliação da qualidade das águas superficiais na microbacia do rio Dourados utilizando o índice de qualidade das águas IQA-NSF. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, local. **Anais...** Curitiba: Vídeo Congress. 1 CD.

DUNNETTE, D. A. A geographically variable water quality index used in Oregon. **Journal WPCF**, v.51, n.1, p.53-61, 1979.

HAASE, J.; KRIEGER, J. A.; POSSOLI, S. Estudo da viabilidade do uso de técnica fatorial como um instrumento na interpretação de qualidade das águas da bacia hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. **Ciência e Cultura**, v.41, p.576-582, 1989.

HELENA, B.; PARDO, R.; VEGA, M.; BARRADO, E.; FERNANDEZ J. M.; FERNANDEZ, L. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga river, Spain) by principal component analysis. **Water Research**, v.34, n.3, p.807-816, 2000

HORTON, R. An index number system for rating water quality. **Journal WPCF**, v.37, n.3, p.300-306, 1965.

JONNALAGADDA, S.B.; MHERE, G. Water Quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. **Water Research**, v.35, n.10, p.2371-2376, 2001.

LANDWEHR, J. M.; DEININGER, R. A. A comparison of several water quality indexes. **Journal WPCF**, v.48, n.5, p.954-958, 1976.

MELLOUT, A. J.; COLLIN, M. A proposed index for aquifer water-quality assessment: the case of Israel's Sharon region. **Journal of Environmental Management**, v.54, p.131-142, 1998.

MESQUITA, J. B.; KOIDE, S.; EID, N. J. Monitoramento em bacias hidrográficas – a qualidade da água como expressão dos usos do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, 2003, Curitiba. **Anais... Curitiba: Vídeo Congress**. 1 CD.

MONTENEGRO, S. M. C. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; MACKAY, R.; OLIVEIRA, A. S. C. Dinâmica hidro-salina em aquífero aluvial utilizado para agricultura irrigada familiar em região semi-árida. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.2, p.85-92, abr./jun. 2003.

QUEIROZ, G. H.; FRISCHKORN, H.; SANTIAGO, M. M. F. Classificação dos corpos d' água: um estudo de caso, Tauá-CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14, 2001, Aracaju. **Anais...** Aracaju: ABRH. 1 CD.

REICHARDT, K. **A água na produção agrícola**. Piracicaba: McGraw-Hill, 1978. 119p.

RICHARDS, L. A. (ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington DC, U. S: Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agricultural Handbook 60).

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.