

HIDROGEOLOGIA DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

Nelson Luna Caicedo ¹

Resumo - O presente trabalho analisa o comportamento hidrogeológico dos aquíferos costeiros do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, através de dados colhidos em três baterias de piezômetros, instaladas ao longo do trecho que liga os balneários de Tramandaí a Torres. Essas seções serviram para verificar a presença de aquíferos livres e confinados, suas configurações e contornos e os mecanismos de recarga natural. As superfícies em forma de domos com contornos controlados pelos níveis do mar e da lagoa, apresentaram o mesmo formato o ano todo, diminuindo o risco de contaminação desses aquíferos, por intrusão salina.

No que diz respeito aos aspectos qualitativos, as águas dos aquíferos dessa região, podem ser consideradas aptas ao consumo humano, desde que se façam medidas corretivas em relação à cor, presença de coliformes e salinidade junto à lagoa.

Palavras-chave - Hidrogeologia, Litoral Norte, Rio Grande do Sul

INTRODUÇÃO

O comportamento hidrogeológico dos aquíferos costeiros do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, foi estudado através da implantação de três baterias de piezômetros, localizadas transversalmente ao trecho que liga os balneários de Tramandaí a Torres. Tais baterias estão localizadas entre: (1) a praia Atlântida Sul e o Passo da Lagoa; (2) a praia de Curumim e o extremo sul da lagoa Itapeva; (3) a praia de Itapeva e o extremo norte da lagoa Itapeva. Essas seções serviram para verificar a presença de aquíferos livres e confinados, seu comportamento hidrodinâmico, bem como para caracterizar a

¹ Professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, Caixa Postal 15029, CEP: 91501-970, Porto Alegre, RS. FAX: (051)316-6565. e-mail: caicedo@if.ufrgs.br

qualidade da água subterrânea e efeitos de intrusão salina, através do estudo de análises físico-químicas e biológicas.

COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO DOS AQÜÍFEROS

A seção compreendida entre o sul da praia Atlântida Sul e o Passo da Lagoa, com 4 piezômetros multinível e profundidades médias de 12 e 24 metros, revelaram a presença dos aquíferos, livre e confinado. Nesta seção, a distância entre o mar e o Passo da Lagoa é de aproximadamente 3.201 metros, com o nível da lagoa ficando, em média, 40 centímetros acima do nível do mar.

A seção compreendida entre o balneário de Curumim e o sul da lagoa Itapeva, com 10 piezômetros multinível, revelaram a existência somente do aquífero freático. Nesta seção, a distância entre o mar e a lagoa de Itapeva é de aproximadamente 6.085 metros. Os piezômetros têm profundidades aproximadas de 12 e 25 metros. O nível da lagoa fica em média 1,30 metros acima do nível do mar.

A seção compreendida entre a praia de Itapeva e o norte da lagoa Itapeva, com 4 piezômetros simples, com profundidade média de 30 metros, revelaram, além do freático, a presença do aquífero confinado. O nível da lagoa fica em média 1,50 metros acima do nível do mar.

Todas as campanhas foram documentadas com o registro de altitude da linha de água nos piezômetros, na lagoa e no oceano. Cada piezômetro foi amarrado a uma distância horizontal, cujo zero corresponde à régua linimétrica instalada junto à lagoa. Na tabela 1, mostra-se as altitudes dos níveis dos aquíferos nas datas correspondentes.

Tabela 1. Níveis de água observados nos piezômetros

Seção: Balneário Curumim - Lagoa Itapeva (aquífero livre)

	Lga	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Mar
3/2/97	1,87	1,88	1,81	3,35	5,42	6,84	7,57	7,18	6,51	4,55	1,45	-0,29
5/3/97	2,03	2,11	2,01	3,43	5,58	6,97	7,64	7,22	6,54	4,91	1,50	-0,08
1/4/97	1,29	1,34	1,12	2,94	4,91	6,26	6,99	6,76	6,08	4,29	1,77	-0,34
2/5/97	0,99	1,16	1,10	2,92	4,85	6,25	6,93	6,81	6,15	4,31	1,91	-0,16
D(m)	zero	48	531	1305	1791	2443	3247	3809	4428	5049	5889	6085

Seção: Praia Atlântida Sul - Passo da Lagoa (aquífero livre)

Data	Lagoa	PL1	PL2	PL3	PL4	Mar
------	-------	-----	-----	-----	-----	-----

11/4/97	0,29	0,38	3,82	3,26	1,64	-0,14
2/5/97	0,33	0,32	3,89	3,33	1,64	-0,07
Distância (m)	zero	250	1.530	2.442	3.131	3.201

Seção: Praia de Itapeva - Lagoa Itapeva (aqüífero confinado)

Data	Lagoa	LI1	LI2	LI3	LI4	Mar
11/4/97	1,50	2,85	7,14	7,10	1,52	-0,04
2/5/97	1,21	2,85	7,02	7,05	2,53	-0,02
Distância (m)	zero	145	925	1.951	2.930	3.180

Foram colhidos dados de infiltração através do método dos cilindros concêntricos e logo ajustados à equação de Kostiakov (Cauduro e Dorfman, 1990) tanto para a lâmina total infiltrada, como para a velocidade de infiltração média. Na tabela 2, mostra-se o local do ensaio e as equações ajustadas.

Tabela 2. Ensaio de Infiltração. Parâmetros de Kostiakov

Seção: Balneário Curumim - Lagoa Itapeva

Local	Tipo de solo	Lâmina(mm)	Inf.(mm/h)	I.Básica(mm/h)
P1	Argila orgânica	$L = 8,70 t^{0,29}$	$I = 151,38 t^{-0,71}$	8,35
P5	Areia quartzosa	$L = 6,60 t^{0,85}$	$I = 336,60 t^{-0,15}$	149,46
P7	Areia fina	$L = 5,50 t^{0,54}$	$I = 178,20 t^{-0,46}$	21,52
P9	Areia quartzosa	$L = 25,30 t^{0,60}$	$I = 910,80 t^{-0,40}$	87,46

Seção: Praia Atlântida Sul - Passo da Lagoa

Local	Tipo de solo	Lâmina(mm)	Inf.(mm/h)	I.Básica(mm/h)
PL1	Argila orgânica	$L = 13,60 t^{0,57}$	$I = 465,12 t^{-0,43}$	47,31
PL3	Areia fina	$L = 10,40 t^{0,89}$	$I = 555,36 t^{-0,11}$	294,09

Seção: Praia de Itapeva - Lagoa Itapeva

Local	Tipo de solo	Lâmina(mm)	Inf.(mm/h)	I.Básica(mm/h)
LI1	Argila orgânica	$L = 32,50 t^{0,11}$	$I = 214,50 t^{-0,89}$	6,12
LI3	Areia fina	$L = 29,50 t^{0,54}$	$I = 955,80 t^{-0,46}$	68,00

Foram também estimados a transmissividade e o armazenamento dos aqüíferos, através de testes de aqüífero por bombeamento conduzidos em campo. Estes parâmetros, mostrados na tabela 3, foram determinados pelo método de Cooper-Jacob (McWhorter e Sunada, 1977).

Tabela 3. Teste de aquífero por bombeamento

Seção: Praia Atlântida Sul - Passo da Lagoa

Local	Aquífero	Fase do teste	Q(m ³ /min)	T(m ² /min)	S(-)
PL1	livre	recuperação	0,043	0,013	-
PL3	livre	recuperação	0,048	0,025	-
PL1	confinado	recuperação	0,017	2,6x10 ⁻⁴	-
PL3	confinado	recuperação	0,078	5,0x10 ⁻³	-

Seção: Balneário Curumim - Lagoa Itapeva

Local	Aquífero	Fase do teste	Q(m ³ /min)	T(m ² /min)	S(-)
P1	livre	bombmento	0,034	0,031	0,0010
P3	livre	recuperação	0,090	0,100	-
P5	livre	recuperação	0,080	0,130	-
P7	livre	recuperação	0,080	0,140	-
P9	livre	recuperação	0,010	0,007	-

COMPORTAMENTO HIDROQUÍMICO DOS AQUÍFEROS

As amostras de água dos piezômetros das seções localizadas entre a praia Atlântida Sul e o Passo da Lagoa, e entre a praia de Itapeva e o norte da lagoa Itapeva, foram colhidas em 11/04/97 e analisadas depois em laboratório. Anteriormente, as amostras da seção localizada entre a praia de Curumim e o sul da lagoa Itapeva, foram colhidas e analisadas em duas ocasiões: a primeira em 15/08/96, no fim do inverno, e a segunda em 09/12/96, no início do verão. A tabela 4, mostra os valores dos parâmetros hidroquímicos das unidades hidrogeológicas amostradas.

CONCLUSÕES

Em toda a região estudada do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, existe a ocorrência do aquífero freático, cuja superfície em forma de domo, tem altitudes máximas na zona que corresponde à faixa de domínio da estrada do mar. Esta faixa, constitui-se, na zona de maior recarga do freático. O escoamento subterrâneo se origina na zona de recarga e vai em direção ao mar e à lagoa, permanecendo nessa situação o ano todo. Os contornos do domo são controlados pelos níveis do mar e da lagoa. O nível da lagoa fica sempre por cima do nível do mar, fazendo com que a perda de água dos aquíferos seja maior em direção ao mar do que à lagoa. Este fato, também diminui o risco de intrusão

salina, se continuar persistindo essa situação, podendo ser alterada pela ocupação do meio físico, ou pela retirada além da capacidade de recarga natural do freático.

Tabela 4 - Dados de parâmetros hidroquímicos

Seção: Praia de Curumim - Sul da Lagoa Itapeva (aqüífero livre)

	Lgoa	1A	2A	9A	10A	Mar
Cor (mg/L-Pt)	120	400	300	400	20	10
Alcal.(mg/L-CaCO3)	14,85	135,64	355,94	157,92	255,94	119,31
Dureza (mg/L - CaCo3)	<5	185,4	241,02	153,47	263,68	5150
Sólidos Totais (mg/L)	147	850	986	427	406	7672
DQO (mg/L - O2)	17,19	334,31	233,87	46,77	59,04	874,03
NitrogênioTotal(mg/L - N)	3,88	8,99	3,7	3,96	3,7	3,43
Fluoreto (mg/L)	0,71	0,59	0,76	0,21	0,68	61,58
Cloreto (mg/L)	10,75	109,66	144,2	13,49	82,3	1965,5
Nitrito (mg/L - N)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrato (mg/L - N)	0,056	0,11	0,089	0,11	0,027	1,026
Fosfato (mg/L - P)	0,78	ND	0,15	ND	0,07	ND
Sulfato (mg/L)	3,72	169,11	39,39	2,586	1,03	3058,1
Ph	7,2	6,1	6,6	6,9	7,2	7,5
Condutividade (mS/cm)	0,1	0,77	0,92	0,3	0,66	45
Turbidez (NTU)	78	80	76	95	12	24
OD (mg/L)	6,4	3,65	3,3	3,0	3,3	5,5
Salinidade (%)	ND	ND	ND	0,01	0,01	2,9
Colif. Fecais (NPM/100ml)	10	2419	31	ND	ND	90
Fe	5,68	23,32	17,96	12,01	0,92	1,30
Ca	1,28	11,14	6,55	9,67	10,79	12,05
Mg	1,90	6,93	11,41	9,67	10,54	15,33
Na	7,47	11,77	11,77	11,30	10,80	10,77
K	1,68	5,17	4,88	3,27	7,21	7,21

Seção: Praia de Itapeva - Norte da Lagoa Itapeva (aqüífero confinado)

	Lgoa	LI-1	LI-2	LI-3	LI-4	Mar
Cor (mg/L-Pt)	120	2000	60	100	150	10
Alcal.(mg/L-CaCO3)	14,85	341,24	83,41	97,69	61,61	119,31
Dureza (mg/L - CaCo3)	<5	50,40	73,50	76,65	36,75	5150
Sólidos Totais (mg/L)	147	540	147	317	369	7672
DQO (mg/L - O2)	17,19	120,42	57,93	18,66	46,34	874,03
NitrogênioTotal(mg/L - N)	3,88	5,03	3,02	2,01	3,02	3,43
Fluoreto (mg/L)	0,71	2,22	0,13	0,28	0,25	61,58

Cloreto (mg/L)	10,75	100,85	9,39	12,57	32,42	1965,5
Nitrito (mg/L - N)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrato (mg/L - N)	0,056	0,210	0,030	0,110	0,031	1,026
Fosfato (mg/L - P)	0,78	0,60	ND	ND	ND	ND
Sulfato (mg/L)	3,72	1,73	0,78	2,98	4,49	3058,1
Ph	7,8	7,8	7,8	7,8	8,5	8,1
Condutividade (mS/cm)	0,060	1,050	0,194	0,221	0,253	46,1
Turbidez (NTU)	216	999	23	60	152	11
OD (mg/L)	5,54	3,37	2,66	3,10	4,10	5,30
Temperatura (°C)	24,6	21,5	22,0	23,5	23,0	24,2
Salinidade (%)	ND	0,04	ND	ND	0,01	3,00

Na mesma região estudada, existem também aquíferos confinados cujo grau de confinamento diminui de norte ao sul, até aproximadamente o eixo que liga a praia de Curumim e o extremo sul da lagoa Itapeva, onde predomina apenas o aquífero livre. Localizado mais ao sul, além do aquífero livre, reaparece novamente o confinado com grau de confinamento aumentando para o sul. Os dados disponíveis não permitiram explicar adequadamente tal comportamento, anômalo em relação ao que foi detectado ao norte e ao sul.

Os ensaios de infiltração serviram para entender melhor o processo de recarga natural dos aquíferos, pois valores de infiltração básica constituem bons estimadores da condutividade hidráulica vertical e da recarga. Valores encontrados junto à lagoa, onde predomina a argila orgânica, representam valores muito baixos de recarga, enquanto que valores encontrados junto à estrada do mar, onde predomina a areia fina, representam valores altos de recarga. Por causa disso é que o ápice do domo de água subterrânea encontra-se em torno da estrada do mar.

Os testes de aquífero por bombeamento feitos em várias seções, mostraram valores reais de transmissividade e armazenamento. A região contígua à lagoa, composta pela planície de inundação, foi caracterizada por alta condutividade hidráulica horizontal e baixa recarga. A região que compreende o corpo do domo, foi caracterizada por condutividade hidráulica horizontal baixa e alta recarga. A faixa junto ao mar foi caracterizada por condutividade hidráulica e recarga moderadas.

No que diz respeito aos aspectos qualitativos da água dos aquíferos dessa região, pode-se dizer que, em geral, essas águas podem ser consideradas aptas ao consumo humano, com algumas ressalvas: a) a cor, devida a presença de substâncias coloridas

dissolvidas e coloidais, originada pela forte presença de ferro, com valores muito acima do valor limite máximo permissível, poderá ser corrigido, em parte, quando o abastecimento for feito através de poços de captação. Os piezômetros utilizados para coletar as amostras, mesmo seguindo os procedimentos de coleta, deixaram passar quantidades apreciáveis de sedimentos finos durante o bombeamento; b) a presença de coliformes deve ser encarada como um sinal de alerta, indicando a possibilidade de contaminação fecal. Tanto a água da lagoa como a água subterrânea contígua, apresentaram limites máximos de coliformes fecais, bem como de coliformes totais. Nessa região haverá necessidade de se motivar as comunidades ribeirinhas para que confinem adequadamente seus rejeitos, evitando a contaminação das águas do aquífero; c) a salinidade é aceitável em todos os piezômetros, com exceção da salinidade junto à planície de inundação da lagoa. Tais piezômetros apresentaram teores na ordem de 0,25%, ao longo da lagoa. Desta maneira, pode-se concluir que nos meses observados, os aquíferos não apresentaram indícios de intrusão salina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAUDURO, F. A., DORFMAN, R. 1990. Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação e drenagem. Porto Alegre: IPH/UFRGS. 216 p.
- McWHORTER, D.B., SUNADA, D.K. 1977. Ground-water hydrology and hydraulics. Fort Collins: Water Resources Publications. 290p.