

A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS USADAS NO ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE/CE

Carla Maria Salgado Vidal Silva^{1a}, Maria Marlúcia Freitas Santiago^{1b}, Josué Mendes Filho^{1c},
Zulene Almada Teixeira², Horst Frischkorn³ & Lucilene Pereira⁴

Resumo – Águas subterrâneas da Bacia Sedimentar do Cariri foram coletadas em 30 poços no município de Juazeiro do Norte para análise físico-química e bacteriológica para determinação de sua qualidade. As águas amostradas têm baixa salinidade, com a condutividade variando entre 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e baixas concentrações de cloreto com valor máximo de 181 mg/L, com exceção de um poço da Prefeitura que apresentou condutividade elétrica de 2930 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 418 mg/L de cloretos. Em relação aos parâmetros nitrogenados, amônia, nitrito e nitrato, apenas 8 dos 30 poços apresentam águas potáveis e considerando os coliformes totais e fecais 13 poços apresentam água potável. Foi observada boa correlação linear entra cloretos e nitrato, indicando mesma origem para esses parâmetros, esse fato se deve aos poços se encontrarem em zona urbana.

Abstract – Groundwaters from Sedimentary Basin of Cariri were sampled in the township of Juazeiro do Norte. Chemical and physical-chemical and bacteriological analyses were made for water quality evaluation. The waters have sampled low salinity, with electrical conductivity ranging from 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and low concentration of chloride with a maximum value of 181 mg/L, exception a well which had electrical conductivity of 2930 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 418 mg/L of chlorine. Considering the nitrogen parameters, ammonia, nitrite and nitrate, only 8 of the 30 wells have drinking water and considering the total coliforms and fecal coliforms 13 wells have drinking water. It was observed good linear correlation between chloride and nitrate, indicating same origin for these parameters, this fact is due to the wells are in urban areas.

Palavras-Chaves – Águas subterrâneas, qualidade de água, Chapada do Apodí.

¹Departamento de Física da UFC, Caixa Postal 6030, Cep. 60455-760, Tel.: (0xx) 85 3366.9913, Fax: (0xx) 85 3366.9450; e-mail:

(a) carla@fisica.ufc.br; (b) marlucia@fisica.ufc.br; (c) josue@fisica.ufc.br

²COGERH, (0xx)85 3218 7020,e-mail: zulene@cogerh.com.br

³Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da UFC, Tel.: (0xx) 85 3366 9775, Fax: (0xx) 85 3366 9627, e-mail: cariri@ufc.br.

⁴CEFET Juazeiro do Norte, Rua Plácido Aderaldo Castelo 1648, CEP: 63040-540, Tel: (0xx) 88 21015300, e-mail: lupephysics@gmail.com

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água do município de Juazeiro do Norte é feito através de recursos hídricos subterrâneos da Bacia Sedimentar do Cariri, através dos aquíferos Rio da Batateira (livre) e Missão Velha.

Este município está localizado na região do Cariri, no sul do Ceará, tem uma alta densidade populacional, com taxa de urbanização de 95,3% (IPECE, 2006). Como um dos maiores centros de religiosidade popular da América Latina atrai muitas pessoas todos os anos para atividades religiosas em homenagem ao Padre Cícero.

Com uma população de cerca de 200 mil habitantes recebe anualmente em romarias um quase esta quantidade de pessoas em cada uma das datas comemorativas: 2 de fevereiro: festa de Nossa Senhora das Candeias, 24 de março: aniversário de Padre Cícero, 15 de setembro: festa da padroeira Nossa Senhora das Dores, 1 de novembro: dia do romeiro e 2 de novembro: romaria do Padre Cícero.

Juazeiro do Norte é um dos municípios mais importantes em termos econômicos, sendo o comércio o setor responsável por 69% do PIB municipal (IPECE, 2006) e a indústria de produção de jóias e de folheados, indústria têxtil, artesanato, etc. responsável por 28,94% do PIB local. Estas atividades requerem suprimento de água elevado.

O município de Juazeiro do Norte precisa ter água potável para sua população e para seus visitantes, de água para suas atividades industriais. Este trabalho teve como objetivo identificar a qualidade das águas de abastecimento e indícios de contaminação pelas atividades desenvolvidas em área de recarga do aquífero livre.

ÁREA DE TRABALHO

A área de trabalho está localizada no município de Juazeiro do Norte que é parte da área estudada no projeto COGERH/FCPC (2008) do qual fazem parte também os municípios de Crato, Barbalha e Missão Velha.

Os 30 poços amostrados no município de Juazeiro do Norte, em dezembro de 2007, estão apresentados no mapa geológico da Figura 1. Estes poços captam água das Formações Rio da Batateira e Missão Velha. A geologia da área está descrita em Mont´Alverne et al. (1995).

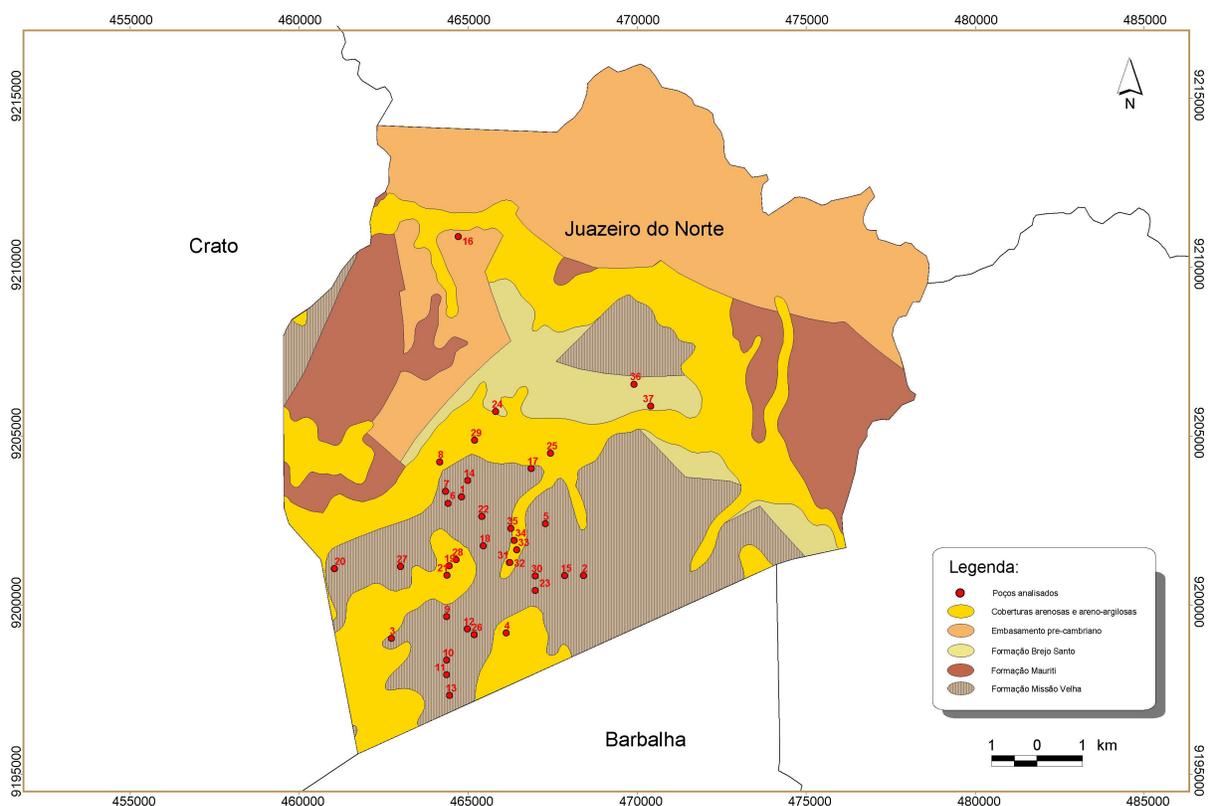


Figura 1 – Mapa geológico com a localização dos poços amostrados.

METODOLOGIA

Amostras de um conjunto de 30 poços foram coletadas no município, mas principalmente na sede. O fornecimento de água para a população é feito principalmente através da CAGECE (Companhia de Águas e Esgotos do Ceará), mas poços particulares abastecem grandes consumidores como fábricas, condomínios, etc. por isso, foram coletadas também amostras que não são do sistema de abastecimento público.

A CAGECE utiliza para o abastecimento público duas baterias de poços, uma no Riacho dos Macacos, na Timbaúba, e uma na Lagoa Seca. Por isso, foram coletadas cinco amostras da primeira bateria e cinco da segunda.

Em todas as amostras foram determinados os parâmetros físico-químicos Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_2^{2-} , NH^+ , NO_2^- , NO_3^- , Fe^{3+} , dureza, condutividade elétrica e pH e foi feita análise bacteriológica para determinação coliformes totais e coliformes fecais. A metodologia de análise adotada está de acordo com o Standard Methods (APHA, 1992) e está descrita em Santiago e Silva (2007).

RESULTADOS

Os poços amostrados estão indicados na Tabela 1; 14 são da CAGECE, 5 da prefeitura e 11 são poços particulares. Os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas estão tabelados em COGERH/FCPC (2008).

Tabela 1. Localização dos poços no município de Juazeiro do Norte amostrados para análise dos íons maiores e análise bacteriológica.

Nº	Endereço	Proprietário
1	ASFACOM	Prefeitura
2	Betolândia – PT 26	CAGECE
3	CAIC – Mutirão – PT19	CAGECE
4	CEFET	CEFET
5	Cemitério Parque das Flores	Cemitério
6	Colégio Salesiano	Colégio
7	Curtume Santo Agostinho	Avelino B. Monteiro
8	Horto	CAGECE
9	Lagoa Seca 9	CAGECE
10	Lagoa Seca 12	CAGECE
11	Lagoa Seca13	CAGECE
12	Lagoa Seca14	CAGECE
13	Lagoa Seca15	CAGECE
14	Mercado Central	Prefeitura
15	Novo Juazeiro	Prefeitura
16	Palmeirinha	CAGECE
17	Pedrinhas	José Gondim
18	Pirajá	Prefeitura
19	São José	Prefeitura
20	SENAI	SENAI
21	SESI	SESI
22	SEBRAE	Matriz
23	Tiradentes	Prefeitura
24	Timbaúba 2A	CAGECE
25	Timbaúba 3	CAGECE
26	Timbaúba 4	CAGECE
27	Timbaúba 5	CAGECE
28	Timbaúba 6	CAGECE
29	Vila Santo Antônio	SISAR
30	Vila Santo Antônio	Prefeitura

As águas amostradas têm baixa salinidade, com exceção do poço na Vila Santo Antônio de propriedade da prefeitura, como mostra o histograma de Sólidos Totais Dissolvidos da Figura 2. Os gráficos apresentados nas Figuras 3, 4 e 5 mostram os elementos nitrogenados, amônia, nitrito e nitrato em cada um dos poços amostrados menos o poço de alta salinidade.

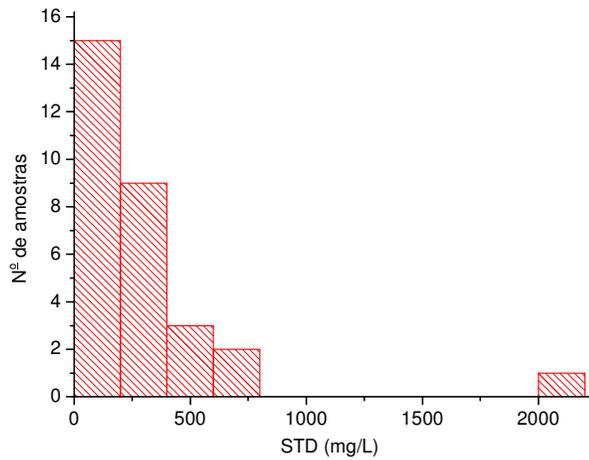


Figura 2 – Sólidos Totais Dissolvidos em 30 amostras de água subterrânea no município de Juazeiro do Norte.

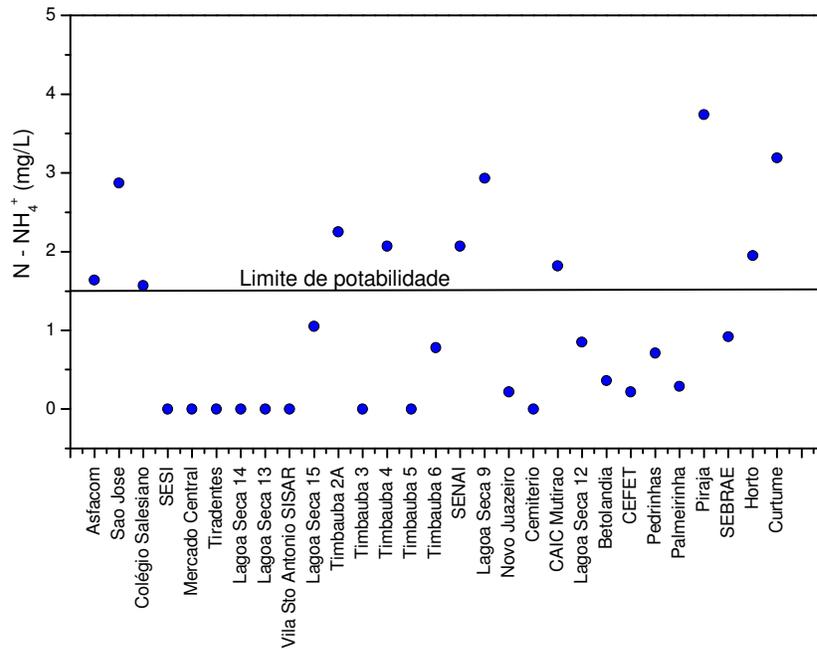


Figura 3 - Concentração de nitrogênio-amônia em amostras do município de Juazeiro do Norte.

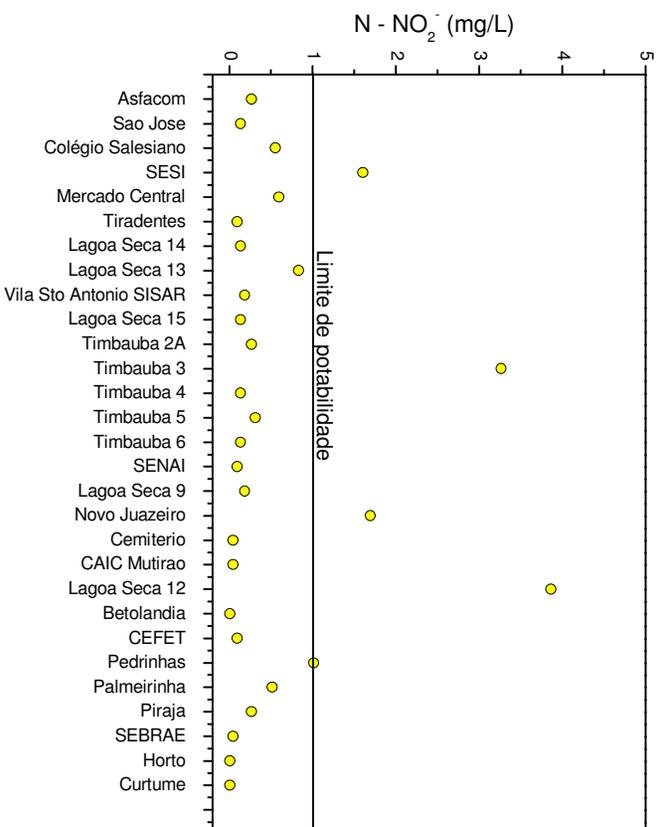


Figura 4 - Concentração de nitrogênio-nitrito em amostras do município de Juazeiro do Norte.

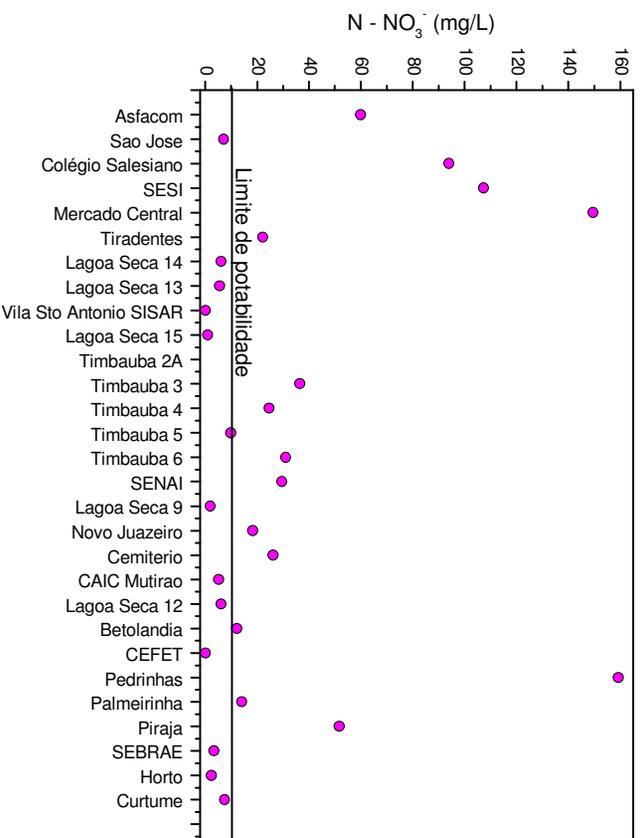


Figura 5 – Concentração de nitrogênio-nitrato em amostras do município de Juazeiro do Norte.

A amônia (Figura 3) é o início da cadeia de elementos nitrogenados; ela aparece em concentração acima do limite potável ($N-NH_4^-$: 1,5 mg/L) em amostras de 11 poços. Em 6 destes não aparecem nitrito e nitrato, o que representa contaminação recente, e nos demais 5 aparece juntamente com elevada concentração de nitrato. O nitrito (Figura 4) aparece acima do limite recomendado ($N-NO_2^-$: 1,0 mg/L) para as águas potáveis somente em 4 amostras das quais em 3 a concentração de nitrato também é elevada.

O nitrato (Figura 5) aparece em concentração acima do limite aceitável ($N-NO_3^-$: 10,0 mg/L) para as águas potáveis em 13 amostras de acordo com o Ministério da Saúde (MS, 2004). Como estes poços estão em área urbana o nitrato é proveniente de contaminação orgânica por fossas sépticas e não através de produtos agrícolas.

A Figura 6 permite comparar as concentrações de amônia, nitrito e nitrato em todas as águas amostradas. Dos 30 poços, 8 apresentam valores aceitáveis para águas potáveis considerando os limites para estes parâmetros.

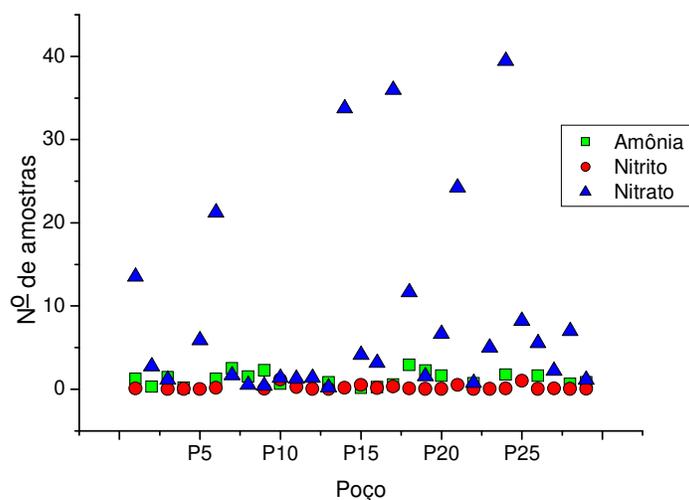


Figura 6 – Concentração de amônia, nitrito e nitrato em amostras do município de Juazeiro do Norte.

O cloreto (Figura 7) aparece em concentração acima do limite aceitável (Cl^- : 250 mg/L) somente na amostra de um poço, o da prefeitura na Vila Santo Antônio. Em geral, as águas amostradas têm salinidade baixa como mostra o histograma de condutividade elétrica na Figura 2.

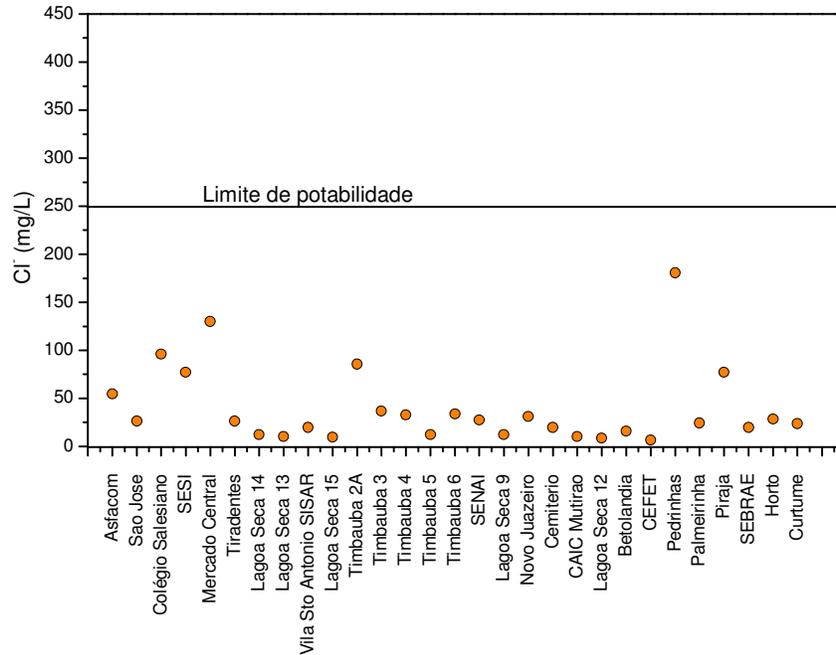


Figura 7 – Concentração de cloretos em amostras em amostras do município de Juazeiro do Norte.

Os coliformes totais e os coliformes fecais não devem estar presentes em águas para consumo humano. Os gráficos da Figura 8 mostram que 15 amostras apresentaram coliformes totais e 7 apresentaram coliformes fecais.

A Figura 9 mostra que concentração de cloretos e a condutividade elétrica são bem correlacionadas apresentando a relação linear dada por:

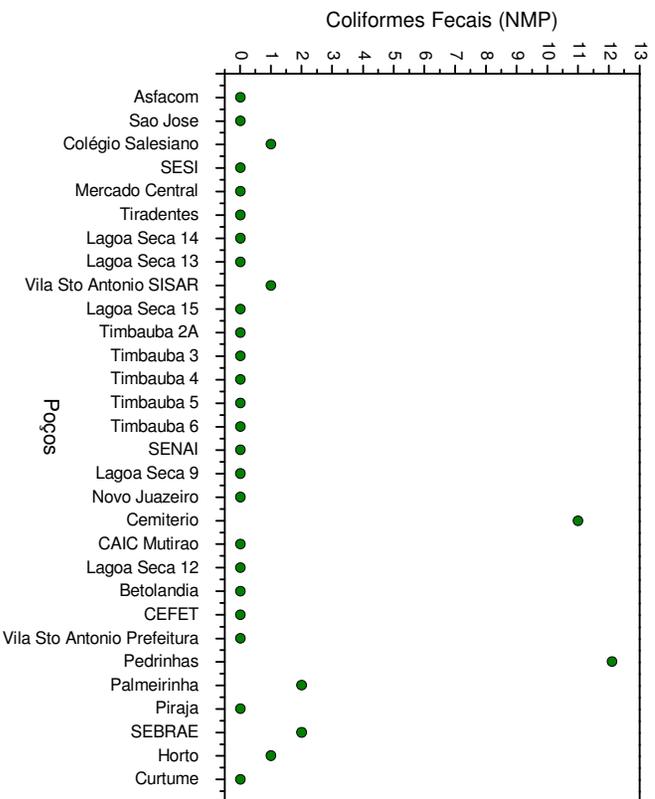
$$Cl^- = 0,15 CE - 0,82$$

Com fator de correlação $R^2 = 0,82$. Este comportamento se deve ao caráter conservativo do íon cloreto.

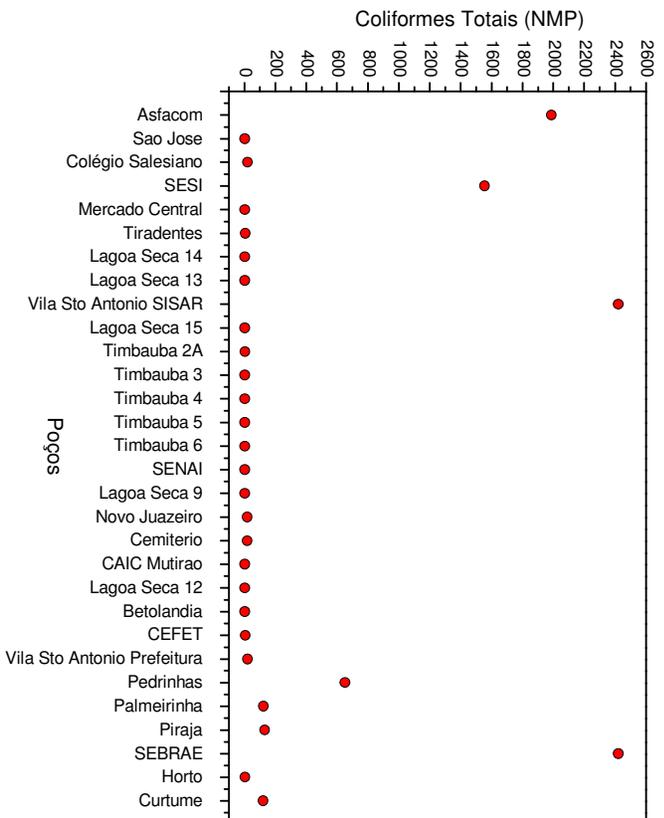
A correlação entre a concentração de cloretos e a concentração de nitratos apresentada na Figura 10 mostra que estes parâmetros estão bem correlacionados apresentando a relação linear dada por:

$$Cl^- = 0,73 NO_3^- + 12,69$$

Figura 8 – Coliformes totais (a) e coliformes fecais (b) em amostras do município de Juazeiro do Norte.



(b)



(a)

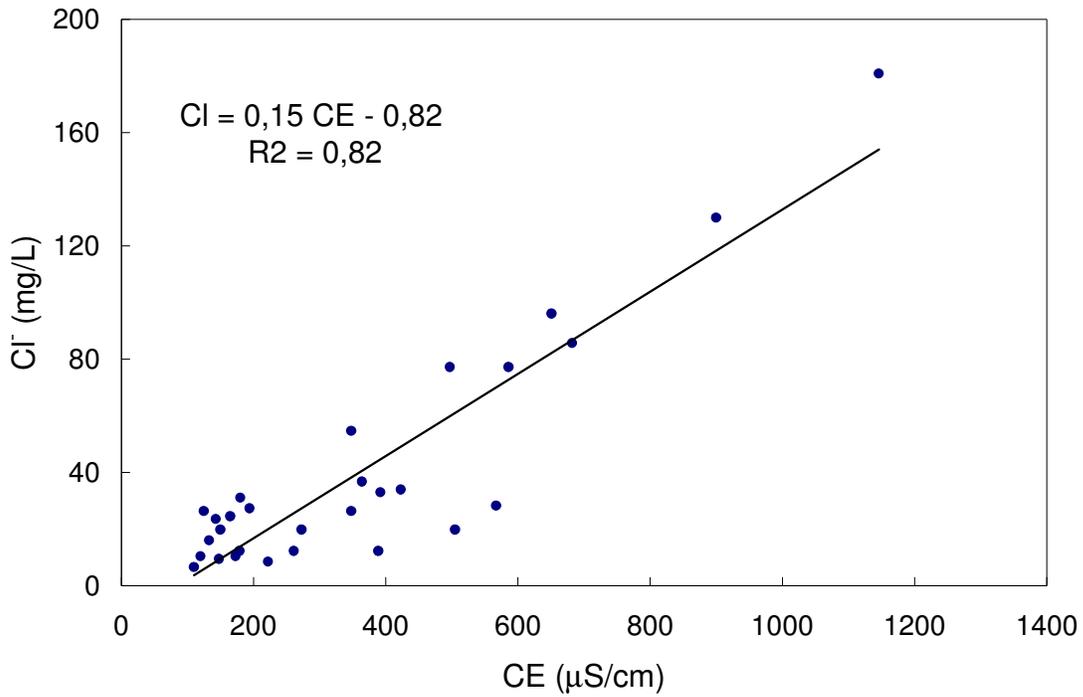


Figura 9 – Concentração de cloreto versus condutividade elétrica.

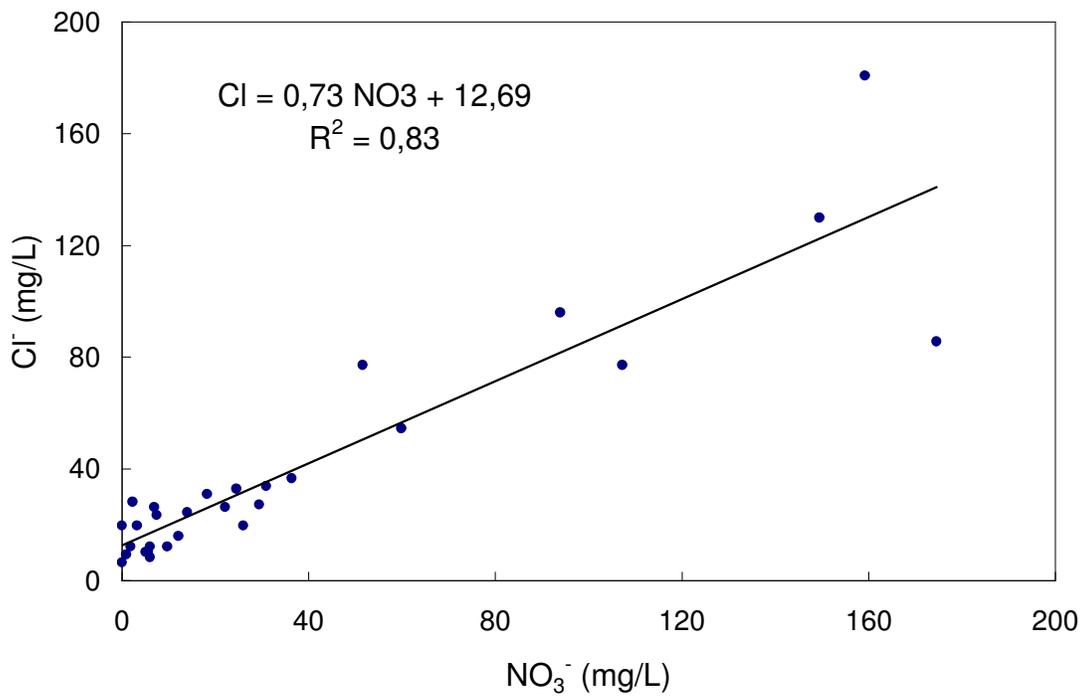


Figura 10 – Concentração de cloreto versus concentração de nitrato.

Com fator de correlação $R^2 = 0,83$. Esta boa correção indica a mesma origem para cloretos e nitratos que devem ser provenientes de resíduos domésticos, uma vez que os poços amostrados estão localizados na zona urbana.

CONCLUSÕES

As análises físico-químicas e bacteriológicas de 30 amostras de água subterrânea do município de Juazeiro coletadas no final do período seco de 2007 permitiram identificar os seguintes aspectos relacionados com a sua qualidade para consumo humano.

- Sob o aspecto de salinidade elas são potáveis, com exceção do poço na Vila Santo Antônio de propriedade da prefeitura.
- Quanto aos elementos nitrogenados 8 amostras são de águas potáveis e as 22 restantes apresentam amônia, nitrito e/ou nitrato acima do limite recomendado.
- Sob o aspecto bacteriológico somente 13 amostras são consideradas potáveis, pois as outras contêm coliformes totais e parte destas também coliformes fecais.
- O aspecto conservador do íon cloreto foi observado nestas águas.
- A origem dos elementos nitrogenados é a presença de resíduos domésticos nas águas cujos poços estão localizados em zona urbana.

Agradecimentos

Os autores agradecem à COGERH e a UFC pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 18. ed. AWWA -WPCP. 1992.

COGERH/FCPC (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos/Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura). Serviços técnicos referentes a análises hidroquímicas e bacteriológicas dos planos de monitoramentos dos aquíferos da Bacia Potiguar e da Bacia do Araripe, Estado do Ceará. Relatório Parcial III. 2008

IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará). Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) Ceará. 2006.

MS (Ministério da Saúde). 2004. Portaria Nº 518, de março de 2004. 15 p.

MONT´ALVERNE , A.A.F., COSTA, W.D., PONTE, F.C., DANTAS, J.R.A, MELO JÚNIOR, A.H., PONTE, J.S.A. & SILVA, C.F. 1995 Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas da Bacia Sedimentar do Araripe Ceará – Pernambuco – Piauí. Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, ABAS, dezembro/1995, p.37-56.

SANTIGO, M.M.F. & SILVA. Manual de Análise Hidroquímica e Bacteriológica do Departamento de Física da UFC. 2007