

QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PÓLO INDUSTRIAL DE BARCARENA E SUA INFLUÊNCIA NA SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO DO ENTORNO

LARISSA PAULINA SOUZA PINHEIRO¹, GUNDISALVO PIRATOBA MORALES², ARILSON DE OLIVEIRA PALHETA³, HEBE MORGANE CAMPOS RIBEIRO⁴, ALBA ROCIO AGUILAR PIRATOBA⁵, MANUEL ALEJANDRO P. VERA⁶.

¹ Acadêmica de Engenharia Ambiental, CCNT/UEPA, Belém – PA, Brasil, larissa.paulina@ymail.com

² Professor Doutor em Engenharia Ambiental, CCNT/UEPA, Belém – PA, Brasil, gundymorales@yahoo.com.br

³ Acadêmico de Engenharia Ambiental, CCNT/UEPA, Belém – PA, Brasil, arilsonpalheta@yahoo.com.br

⁴ Professora Doutora em Engenharia Ambiental, CCNT/UEPA, Belém – PA, Brasil, hebemcr@gmail.com

⁵ Mestranda em Ciências Ambientais, CCNT/UEPA, Belém – PA, Brasil, alba_roapt@hotmail.com

⁶ Acadêmico de Engenharia Ambiental, IESAM, Belém – PA, Brasil, alejandrpo_vera_@hotmail.com

ABSTRAT: We collected 23 samples of groundwater from wells located in the residential area affected by the industrial hub of Barcarena - Para, aiming to determine the influence of the presence of industries in the mining area to the potability of groundwater used for human consumption. We analyzed the parameters of potability established by Ordinance 518 of 2005 of the Ministry of Health, such as pH, turbidity, chloride, color, hardness, total dissolved solids, nitrite and ammonia. The results showed an average pH of 4.7, with an average of 4.37 turbidity UT chloride with an average of 10.45 mg/L, color UC with an average of 6.18, with an average hardness of 12.89 mg / L, with an average of 47.3 STD, nitrite. In general, all parameters examined were within the standards of potability, except that the pH is probably due to the hydrogeological characteristics of the region, showing that water resources are not being altered in quality.

PALAVRAS CHAVES: POTABILIDADE, INDUSTRIAL, BARCARENA.

INTRODUÇÃO

O município de Barcarena criado de pelo Decreto Lei 4.505 de 31/12/1943, esta situado na microrregião metropolitana de Belém. A tradicional atividade de extrativismo representou inicialmente a principal fonte econômica, vindo em seguida a atividade agrícola e pecuária. Atualmente Barcarena depende fundamentalmente da atividade industrial na área de mineração instalada em seu pólo industrial, fonte econômica da população. Entre as principais empresas instaladas, estão as empresas Albrás, dedicada a indústria de alumínio instalada na Vila dos Cabanos em 1985, a Alunorte que iniciou suas atividades em 1989, produzindo alumina, matéria-prima do alumínio. Atualmente funcionam importantes empresas como a Imerys Rio Capim Caulim (IRCC), a Parapigmentos S.A dedicadas ao beneficiamento de caulim, a ALUBAR dedicada à produção de artefatos de alumínio e a Usina Siderúrgica do Para (USIPAR) dedicada ao beneficiamento de ferro gusa. O Pólo Industrial possui uma área total de 3000 ha dos quais, 240 ha correspondem à área industrial. Todos os efluentes gerados no processo industrial são lançados na baía de Marajó.

O desenvolvimento do Pólo Industrial de Barcarena é considerado uma atividade econômica promissória, no que diz respeito ao desenvolvimento econômico da região, ao passo que também acarreta um impacto ambiental amplamente negativo, já que esta atividade é considerada uma atividade efetivamente poluidora. Os efluentes gerados nas diferentes atividades das empresas industriais são lançados no rio Pará, que atua como corpo receptor. As atividades das empresas instaladas no pólo industrial apresentam diferenças significativas em suas composições, apresentando grande risco para o meio ambiente e para a saúde pública.

A água utilizada para o consumo humano da população da área de abrangência do pólo é água subterrânea captada, principalmente dos aquíferos livres e semi confinados, na forma de poços tubulares tecnicamente instalados ou poços amazonas de alta vulnerabilidade. Este segundo apresenta alta vulnerabilidade de contaminação devido sua estrutura inadequada (poços “boca aberta”) e sistema de captação (recipientes plásticos, como baldes). Embora as águas subterrâneas estejam protegidas pela camada litológica da área é pertinente e oportuno realizar estudos que visem determinar as características

da sua potabilidade e a possibilidade de estarem sendo poluídas pelas atividades normais das empresas localizadas no polo Industrial.

O presente trabalho apresenta os resultados preliminares de um projeto amplo financiado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Pará (FAPESPA), visando avaliar a qualidade das águas subterrâneas que estão sendo utilizadas para o consumo humano na área de abrangência do Pólo Industrial de Barcarena.

METODOLOGIA

Foi seguida a metodologia sugerida na Figura 1.

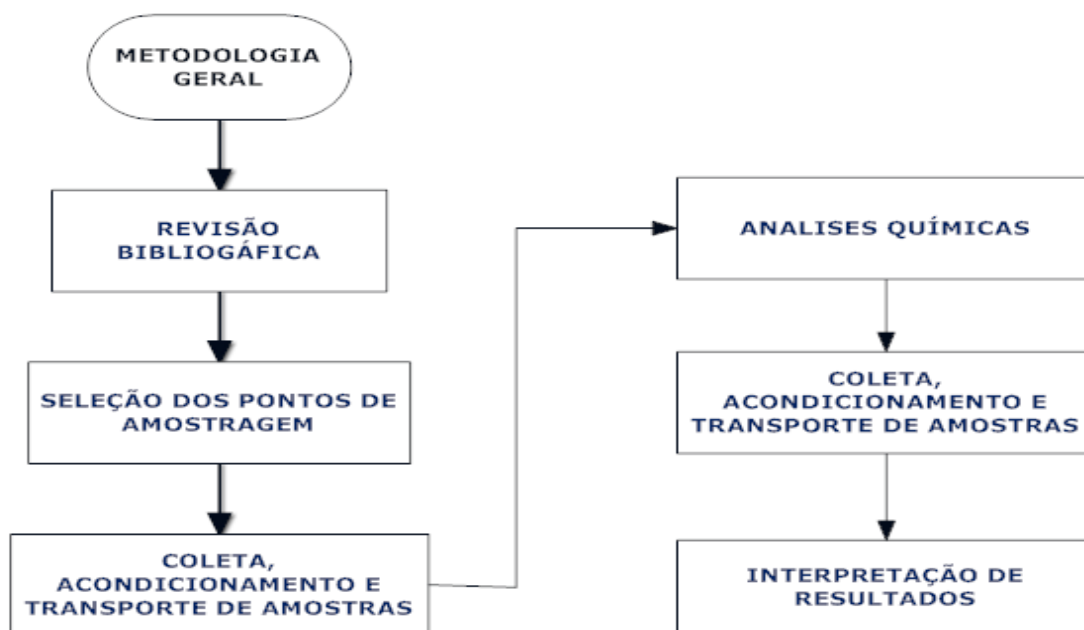


Figura 1- Metodologia geral a seguir

- Revisão Bibliográfica

Foi realizada uma revisão bibliográfica, consultando fontes primárias e secundárias junto, além do Relatório de Impacto Ambiental na biblioteca do órgão ambiental estadual.

- Pontos de Amostragem

Foram selecionados 23 pontos de amostragem de águas subterrâneas na área de abrangência do pólo industrial de Barcarena. Sendo que todas as amostras coletadas estavam sendo usadas para o consumo humano da população local. Das vinte e três (23) amostras, quinze (15) foram advindas de poços de captação de águas administrados pela prefeitura, quatro (4) amostras foram captadas de poços amazonas instalados pelos proprietários e quatro (4) de poços tubulares instalados pelos proprietários. A tabela 1 e a figura 2 mostram as coordenadas geográficas dos poços e a sua localização na área de abrangência do pólo industrial.

Tabela 1- Coordenada geográficas dos poços de captação de água subterrânea para o consumo humano na área de abrangência do Polo Industrial de Barcarena

Nome	Longitude	Latitude	Nome	Longitude	Latitude
P-01	748289,53	9826594,77	P-12	750243,65	9824142,83
P-02	748271,09	9826318,24	P-13	751810,63	9825562,38
P-03	748658,23	9826686,95	P-14	751405,06	9825931,09
P-04	749026,93	9826926,62	P-15	750852,01	9826355,11
P-05	749616,86	9826723,82	P-16	750391,13	9826631,65

P-06	749432,50	9826465,72	P-17	749045,37	9826889,74
P-07	748658,23	9825507,07	P-18	748602,92	9826760,69
P-08	748547,62	9825212,10	P-19	748381,70	9826852,87
P-09	747773,34	9823810,99	P-20	748861,02	9827055,66
P-10	748750,40	9824345,63	P-21	749377,20	9827295,33
P-11	749395,63	9824419,37	P-22	750428,00	9826576,34
			P-23	749211,28	9826336,67

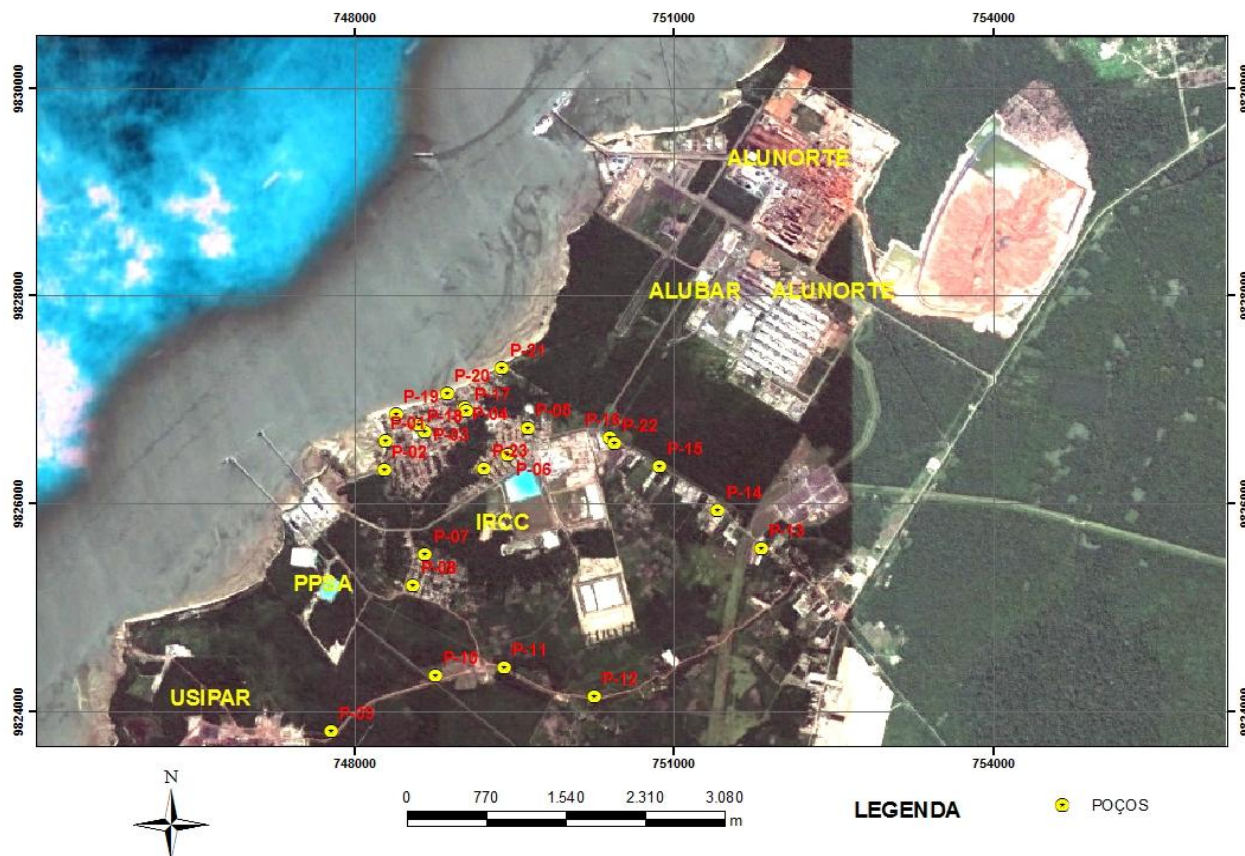


Figura 2- Coordenada geográficas dos poços de captação de água subterrânea para o consumo humano na área de abrangência do Pólo Industrial de Barcarena

- Coleta, transporte e preservação de amostras

Na coleta, preservação, transporte e análises laboratoriais foram seguidos as orientações de: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition; NBR 9897/1987, que trata sobre planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores; NBR 9898 /1987, que trata sobre preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.

- Análises químicas

Foram realizadas análises dos parâmetros propostas na Tabela 5 da Portaria 518 do Ministério da Saúde. As análises químicas foram realizadas seguindo as metodologias do 20^a. Edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA – AWWA – WEF –1998”. indicadas na Tabela 2.

Tabela 2- Coordenada geográficas dos poços de captação de água subterrânea para o consumo humano na área de abrangência do Polo Industrial de Barcarena.

Item	Parâmetro	Método	Item	Parâmetro	Método
------	-----------	--------	------	-----------	--------

1	Amônia	417-C Standard Methods	6	Sulfato	426-C Standard Methods
2	NO ₃	418-A Standard Methods	7	pH	pH-metro DIGIMED
3	NO ₂	419 Standard Methods	8	STD	pH-metro DIGIMED
4	Alcalinidade	403 Standard Methods	9	Cor	pH-metro DIGIMED
5	Cloreto	407-B Standard Methods	10	Turbidez	pH-metro DIGIMED

DESCOBERTAS E DISCUSSÕES

A avaliação da qualidade ambiental e da potabilidade das águas subterrâneas de poços residenciais do entorno do pólo industrial de Barcarena foi realizada com base em uma análise comparativa, considerando os padrões de aceitação para consumo humano, estabelecidos pela Portaria 518 de 2005 do Ministério da Saúde.

A referida Portaria lista uma série de parâmetros que definem a qualidade da água para consumo humano, dos quais selecionou-se dez (10), especificados a seguir:

- **Potencial hidrogeniônico (pH):** É a medida da concentração de íons H⁺ na água. O balanço dos íons hidrogênio e hidróxido (OH⁻) determinam quão ácida ou básica é o corpo hídrico. Na água quimicamente pura, os íons H⁺ estão em equilíbrio com os íons OH⁻ e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. O pH da água subterrânea varia geralmente entre 5,5 e 8,5.
- **Turbidez:** A turbidez é causada por material sólido em suspensão, como silte, argila, colóides, matéria orgânica, sendo medida através de um aparelho chamado turbidímetro. A cor da água interfere negativamente na medida da turbidez devido à sua propriedade de absorver luz. As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez.
- **Cor:** A cor da água é consequência de substâncias nela dissolvidas. Em geral as águas subterrâneas apresentam valores de cor inferiores a 5mg de platina. Para ser potável, uma água não deve apresentar nenhuma cor de considerável intensidade.
- **Sólidos Totais Dissolvidos (STD):** É a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água. A medida de condutividade elétrica, multiplicada por um fator que varia entre 0,55 e 0,75, fornece uma boa estimativa dos STD de uma água subterrânea.
- **Alcalinidade:** É a medida total das substâncias presentes numa água, capazes de neutralizarem ácidos. Em águas subterrâneas, a alcalinidade é devido, principalmente aos carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia.
- **Cloreto:** O cloro forma compostos muito solúveis e tende a se enriquecer, junto com o sódio, a partir das zonas de recarga das águas subterrâneas. Teores anômalos são indicadores de contaminação por água do mar, e por aterros sanitários.
- **Dureza:** É definida como a dificuldade da água em dissolver sabão, ou seja, fazer espuma, pelo efeito do cálcio, magnésio e outros elementos como Fe, Mn, Cu, Ba. Águas duras são inconvenientes porque o sabão não limpa eficientemente, o que aumenta o consumo do produto, fazendo com que permaneça a película insolúvel sobre a pele, pias, banheiras e azulejos do banheiro.
- **Sulfato:** É o ânion SO₄⁻², um dos mais abundantes íons na natureza. Surge nas águas subterrâneas através da dissolução de solos e rochas, como o gesso (CaSO₄) e o sulfato de magnésio (MgSO₄) e pela oxidação de sulfeto (exemplo: pirita, sulfeto de ferro). Nas águas para abastecimento público, o sulfato deve ser controlado porque provoca efeitos laxativos.

- **Nitrito:** É encontrado por ser tóxico para os peixes. Na natureza, os nitritos são formados pela oxidação da matéria orgânica a minerais e amônia ou através da redução do nitrato em condições anaeróbicas, ou seja, representa etapa intermediária de nitrificação.
- **Amônia:** É facilmente biodegradável e indicador de poluição recente das águas. As plantas o absorvem com muita facilidade, sendo um nutriente muito importante como fornecedor de nitrogênio. Em concentrações muito altas na água de consumo pode causar danos graves, já que o amoníaco interfere no transporte do oxigênio pela hemoglobina.

De acordo com a Portaria são definidos os valores máximos permitidos para cada parâmetro analisado e a partir desses padrões é possível verificar a conformidade dos resultados obtidos. (Tabela 3)

Tabela 3- Padrão de aceitação para consumo humano – Segundo a Portaria 518 de 2005 do Ministério da Saúde

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido
Turbidez	UT	5
Cor	uH	15
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1000
Cloreto	mg/L	250
Dureza	mg/L	500
Sulfato	mg/L	250
Nitrito	mg/L	1

A tabela a seguir mostra os resultados das análises laboratoriais para os 10 parâmetros avaliados, considerando as 23 amostras de água subterrânea coletadas no pólo industrial de Barcarena, destacando ainda, a média e o desvio padrão de cada item.

Tabela 4- Resultados das análises laboratoriais dos parâmetros

COD.	pH	Turb	Cor	STD	Alcali	Cl	Dureza	SO4	NO2	NH4
		UNT	UC	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	3,75	0,02	0,80	104,10	0,00	19,75	25,88	0,97	0,00	0,00
2	3,79	0,02	1,00	100,00	0,00	20,76	23,53	1,09	0,00	0,00
3	4,61	4,05	1,30	69,40	7,06	18,74	18,82	1,18	0,00	0,00
4	3,82	0,14	4,20	103,90	0,00	21,76	16,47	0,95	0,00	0,00
5	3,95	0,02	0,30	101,40	28,24	19,75	23,53	0,56	0,02	0,08
6	5,20	0,75	10,00	209,00	0,00	52,03	40,00	3,87	0,00	1,59
7	5,42	5,71	7,30	4,74	4,71	2,59	14,12	1,09	0,00	0,00
8	4,89	4,11	7,10	3,47	4,71	3,60	11,76	0,53	0,00	0,00
9	4,60	26,40	46,00	8,09	2,35	2,59	4,71	0,89	0,00	0,00
10	4,74	6,40	9,40	7,67	4,71	2,59	7,06	0,47	0,00	0,00
11	5,02	4,42	7,40	26,40	14,12	1,59	9,41	0,65	0,00	0,00
12	5,40	2,17	1,10	10,99	9,41	3,60	11,76	0,92	0,00	1,74
13	5,24	0,60	1,60	2,09	7,06	1,59	9,41	0,91	0,00	0,00
14	5,00	4,02	6,60	0,00	4,71	1,59	7,06	0,65	0,00	0,00
15	5,41	9,08	10,10	13,66	4,71	0,58	11,76	1,21	0,00	0,00

16	3,88	0,94	0,70	72,80	0,00	20,76	14,12	-0,13	0,00	2,78
17	4,01	9,20	1,60	21,30	0,00	5,62	11,76	0,11	0,00	0,86
18	4,99	9,49	11,00	87,40	14,12	21,76	11,76	2,72	0,49	0,56
19	5,41	0,86	4,20	96,00	14,12	5,62	0,00	7,32	0,00	0,00
20	4,48	5,27	3,80	9,21	0,00	2,59	4,71	1,54	0,00	0,00
21	4,33	3,45	3,90	5,01	0,00	4,61	7,06	1,04	0,00	0,00
22	5,46	0,02	1,00	7,73	7,06	0,58	7,06	0,97	0,00	0,00
23	4,63	3,32	1,70	23,50	4,71	5,62	4,71	1,28	0,00	0,00
Média	4,70	4,37	6,18	47,30	5,73	10,45	12,89	1,34	0,02	0,33
Desvio	0,51	3,57	5,16	45,07	4,81	9,72	6,38	0,88	0,04	0,51

Comparando-se as tabelas 3 e 4, obteve-se uma representação gráfica, a partir da qual é possível verificar que os parâmetros listados abaixo estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, ou seja, todos apresentam valores abaixo do máximo permitido pela Portaria 518 de 2005 do Ministério da Saúde.

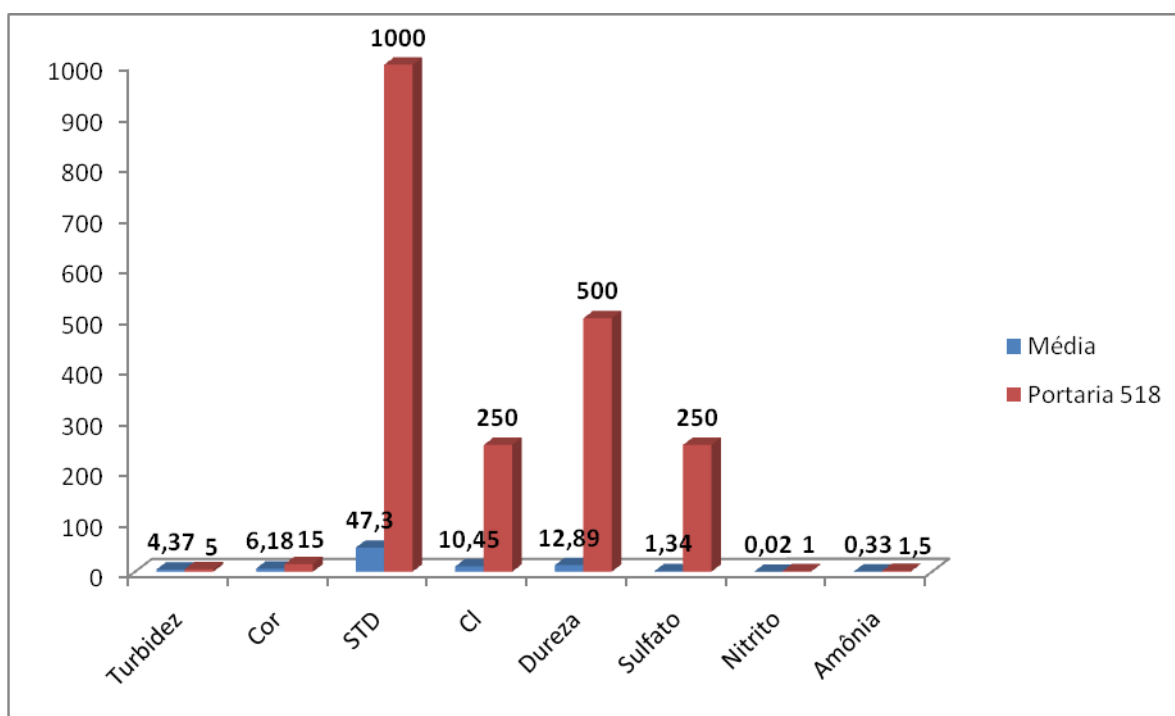


Figura 3- Gráfico Média de cada parâmetro x Padrão de aceitação para consumo humano, segundo a Portaria 518 de 2005 do Ministério da Saúde

Como anteriormente mencionado, todos os parâmetros ficaram dentro do permitido pela legislação, com exceção do pH, cujos valores apresentaram-se abaixo da faixa de aceitação, que varia de 6 à 9,5, representada em forma de triângulos (setas para cima). A figura 4 ilustra a variação do valor deste parâmetro de acordo com o ponto de coleta amostrado, representados em formas de quadrados inclinados.

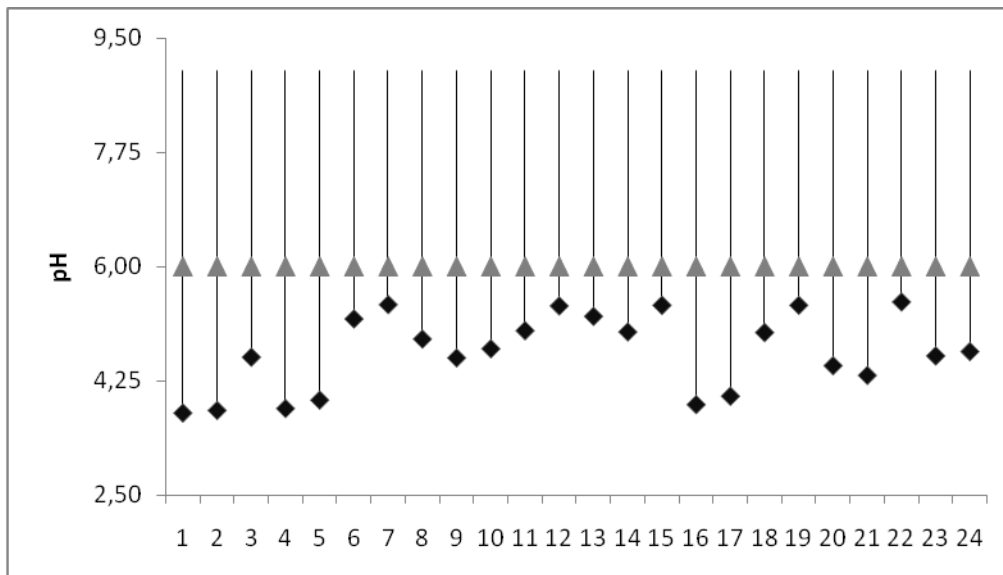


Figura 4- Gráfico da variação do parâmetro pH em relação a faixa de aceitação estipulada pela Portaria 518 de 2005 do Ministério da Saúde

CONCLUSÕES

Apesar dos incidentes que ocorreram no Pólo Industrial, como vazamentos de efluentes não tratados, verifica-se que estes não alteraram significativamente a qualidade dos corpos hídricos subterrâneos, na medida em que quase todos os parâmetros permaneceram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518 de 2005 do Ministério da Saúde. Excetuando-se o pH que apresentou valores em desconformidade com a legislação, possivelmente em razão das características geológicas e geoquímicas da região.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **Caracterização e classificação dos solos do município de Barcarena, Estado do Pará.**

Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 35p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 154)

IEC - Instituto Evandro Chagas. 2007. Relatórios Técnicos - SEMAM-0052007 “**Atividades Industriais no Município de Barcarena, Pará: Os Impactos Ambientais nos Igarapés Curuperê e Dendê a partir do Lançamento de Efluentes Ácidos no Processo de Beneficiamento do Caulim e Avaliação das Águas de Consumo das Comunidades do Bairro Industrial e Ilha de São João**”. 129p.

IRC - Instituto de Criminalística Renato Chaves. 2007. Laudo Pericial Nº 011/07 - Instituto de Criminalística CPC “Renato Chaves”. **Acidente Ambiental por Vazamento de Caulim em Barcarena, Pará.** 56p.

JORNAL O LIBERAL. 24/11-2004. “**Chuva de fuligem polui Vila do Conde: Pó negro que caiu sobre a cidade durante a madrugada poluiu a praia, sujou prédios e levou moradores aos postos de saúde, principalmente crianças**”

BRASIL. NBR. 1998 . Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.

SAUMA FILHO, M. 1996. **As águas subterrâneas de Belém e adjacentes:** Influência da formação Pirabas e parâmetros físico-químicos para medidas de qualidade. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 128p. (Dissertação de Mestrado).