

# **MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE UMA REGIÃO DE INTENSA ATIVIDADE PORTUÁRIA NO ESTADO DO PARÁ**

Bruno Santana Carneiro; Lena Líllian Canto de Sá Moraes; Elivam Rodrigues Vale; Keila Cristina de Jesus Rocha; Neuton Trindade Vasconcelos Junior; Marcus Vinicius Alves Costa; Camila Martins da Silva; Raimunda do Socorro Rodrigues Pimentel; Durval Bertram Rodrigues Vieira; Kelson do Carmo Freitas Faial; Luís Carlos Amaral Marques

## **1 - INTRODUÇÃO**

A região portuária dos municípios de Belém e Barcarena, no estado do Pará, apresenta importância relevante para o estado em relação ao aspecto econômico, e se caracterizam pela grande diversidade das atividades, como por exemplo, transporte de produtos da indústria do petróleo, produtos da atividade mineradora, de gado vivo, dentre outras. A ocorrência de acidentes na área portuária envolvendo qualquer um destes produtos pode causar a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Atualmente as águas subterrâneas vêm apresentando significativa importância para o consumo humano, devido à crescente poluição das águas superficiais e problemas de escassez. O uso potencial dos aquíferos é corroborado pela boa qualidade dos recursos hídricos, e baixo custo em relação ao tratamento de águas superficiais poluídas. Sendo potáveis, as águas subterrâneas dispensam tratamento prévio, pois são filtradas e depuradas no subsolo, o que as tornam fontes potenciais para exploração e uso.

Diante deste contexto o principal objetivo deste trabalho é o monitoramento das águas subterrâneas das regiões portuárias de Belém e Barcarena, visando avaliar a sua qualidade e possíveis problemas de vulnerabilidade destas águas.

## **2 - MATERIAIS E MÉTODOS**

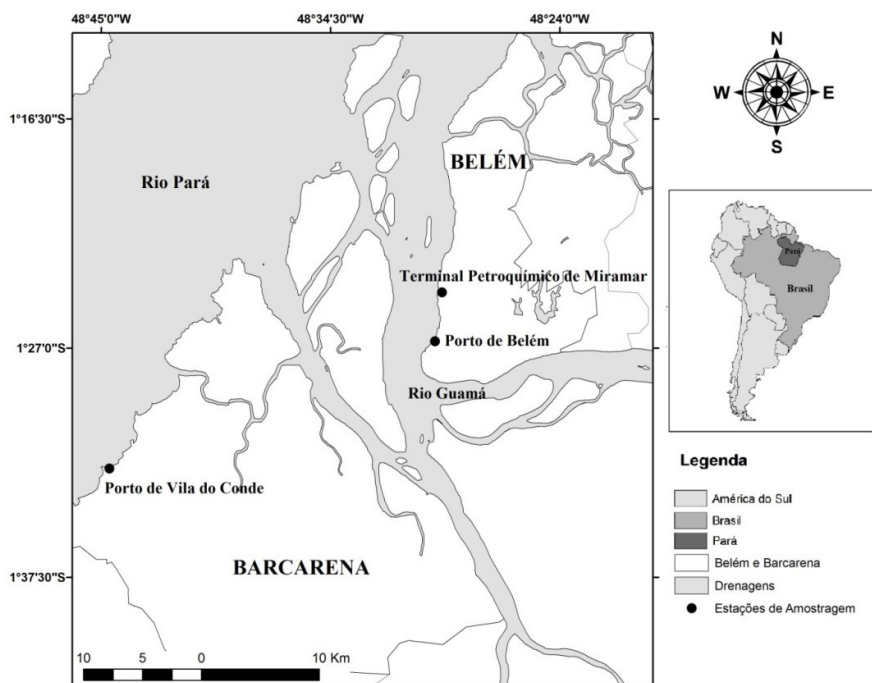
### **2.1 - Área de estudo**

A área de estudo compreende os Portos de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, localizados no município de Belém; e o Porto de Vila do Conde, localizado no município de Barcarena (Figura 1).

### **2.2 - Amostragem**

Para a avaliação e monitoramento da qualidade da água subterrânea dos poços localizados nos portos da área de estudo, foi realizado o monitoramento mensal, durante um ano. As coletas foram realizadas na primeira quinzena de cada mês, no período de

Agosto de 2013 a Julho de 2014. A localização dos pontos pode ser observada na Tabela 01 abaixo.



**Figura 1: Localização dos pontos de amostragem.**

**Tabela 01: Identificação dos poços localizados nos Portos de Belém, Vila do Conde e Terminal Petroquímico de Miramar, nos municípios de Belém e Barcarena.**

Local da coleta	Município	Identificação do Ponto	Coordenadas geográficas	
			Latitude	Longitude
Porto de Belém	Belém	BEL02	1°26'41.19"S	48°29'43.06"O
Porto de Vila do Conde	Barcarena	VDC01	1°32'31.11"S	48°44'37.63"O
Terminal Petroquímico de Miramar	Belém	MIR03	1°24'26.45"S	48°29'23.93"O

### 2.3 - Metodologia

As amostras foram coletadas em frascos de polipropileno com capacidade de um (1) Litro (análise Físico-Química e metais) e bolsas esterilizadas NASCO® (análises Microbiológicas), sendo acondicionadas em uma caixa isotérmica com gelo e encaminhadas para os Laboratórios da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas. Para a análise de metais, após a chegada ao laboratório, uma alíquota de 20 mL das amostras foram acidificadas com HNO<sub>3</sub> suprapur® (pH < 2) (USEPA, 1994).

As variáveis pH, Condutividade Elétrica, Temperatura e Sólidos Totais Dissolvidos (STD) foram analisadas no momento da coleta por potenciometria, através de uma sonda multiparamétrica HI9828 da HANNA®, previamente calibrada. Turbidez, Sólidos Totais em Suspensão (STS) e Cor Aparente foram determinados por espectrofotometria no equipamento DR2800 da HACH®. Para a determinação da alcalinidade, utilizou-se o método titulométrico. Para as análises dos íons Cloreto, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio

Amoniacal, Sulfato, Fluoreto, Fósforo Total e Dureza (na forma de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ ), foi utilizada a técnica da cromatografia de íons da DIONEX®.

Os metais Alumínio, Bário, Cromo, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco foram analisados por Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Induzido (ICP OES), no equipamento ICP-OES, Modelo Vista-MPX CCD simultâneo axial da VARIAN®.

Para a determinação de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, foi utilizado o substrato cromogênico “COLLILERT/QUANTI-TRAY®” da IDEXX Laboratories, Inc”.

Todos os métodos analíticos empregados obedeceram aos procedimentos e recomendações descritas no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA/AWWA/WEF, 2012), no *Procedures Manual HACH - Espectrophotometer DR-2800* e as recomendações da ISO 5667-14.

### **3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES**

No Quadro 01 estão apresentados os valores Máximos e Mínimos para cada parâmetro avaliado. Observa-se que algumas variáveis além de não apresentarem comportamento fora do recomendado pela Portaria N° 2.914/11 descreveram uma faixa de valores muito aproximada nas três áreas avaliadas e em todo o período.

A variável Cor Aparente esteve acima do Valor Máximo Permitido (VMP) pela Portaria N° 2.914/11 do Ministério da Saúde, nas três áreas de estudo. Ferro (Fe) esteve acima do VMP apenas no Terminal Petroquímico de Miramar, enquanto o Manganês (Mn) esteve acima do VMP no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar. Dos íons avaliados, todos apresentaram valores abaixo do recomendado pela Portaria N°2.914/11.

Os resultados das variáveis apontaram características distintas entre as áreas estudadas, apesar do Porto de Belém e o Terminal Petroquímico de Miramar estarem sob as mesmas condições ambientais, bem como fatores climáticos e geológicos, e estarem geograficamente muito próximos, algumas variáveis apresentaram comportamentos distintos, tais como Condutividade, TDS, Turbidez, Cloreto e Dureza.

Algumas variáveis físico-químicas apontam que a água bruta do Porto de Vila do Conde, apresenta um nível de qualidade melhor que das águas do Porto de Belém e do Terminal Petroquímico de Miramar, isto pode estar relacionado ao fato de que urbanização no Porto de Vila do Conde é menor.

Com base nos resultados microbiológicos encontrados, podemos concluir que o Porto de Vila do Conde apresentou a melhor qualidade de água, fato representado pela ausência de *Escherichia coli* em todo o período, fato este não ocorrido nos outros portos.

Foi possível perceber que o poço do Porto de Vila do Conde apresenta menor vulnerabilidade das águas subterrâneas em relação aos poços do porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar. As pressões antrópicas decorrentes das diversas atividades da sociedade aumentam a vulnerabilidade dos poços, e conseqüentemente os riscos de poluição e/ou contaminação em áreas mais urbanizadas, como no caso do porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, que apresentaram um comportamento hidroquímico distinto do porto de Vila do Conde.

**Quadro 01: Valores máximos e mínimos das variáveis analisadas nos pontos amostrais da área de estudo.**

Parâmetros	Unidades	Poço BEL02	Poço MIR03	Poço VDC01
		Min. - Máx.	Min. - Máx.	Min. - Máx.
pH	-	6,76 - 7,27	5,99 - 7,46	4,29 - 7,61
Temperatura	°C	28,87 - 29,63	28,23 - 32,1	26,90 - 29,70
Condutividade	µS/cm	394,90 - 656,00	186,6 - 435,0	41 - 55,8
TDS	mg/L	218,0 - 328,0	72,8 - 217,0	23 - 33,2
Turbidez	UNT	20,10 - 63,00	6 - 107	1,0 - 17,8
STS	mg/L	8,0 - 50,0	2,0 - 67	2,0 - 15,0
Cor	mg/L	142 - 311	24 - 538	1,0 - 102,0
Alcalinidade	mg/L	3,0 - 57,0	3,0 - 40,0	3,0 - 17,0
Fluoreto	mg/L	0,05 - 4,55	0,004 - 3,27	<LD - 0,06
Cloreto	mg/L	0,13 - 46,71	<LD - 16,22	2,43 - 4,48
Nitrato	mg/L	<LD - 0,27	<LD - 0,19	<LD - 0,12
Nitrato	mg/L	<LD - 4,67	<LD - 5,47	0,26 - 7,94
Sulfato	mg/L	<LD - 6,58	<LD - 6,84	<LD - 2,71
Fósforo Total	mg/L	<LD	<LD - 0,5	<LD - 0,15
N-Amoniacal	mg/L	<LD - 0,53	<LD - 0,63	<LD - 0,28
Dureza	mg/L	<LD - 75,24	<LD - 23,03	<LD - 2,78
Fe	mg/L	<LD - 0,06	<LD - 4,048	<LD - 0,06
Al	mg/L	<LD - 0,05	<LD - 0,045	0,04 - 0,14
Ba	mg/L	0,04 - 0,13	0,042 - 0,171	0,002 - 0,09
Cr	mg/L	<LD - 0,002	<LD - 0,002	<LD - 0,002
Cu	mg/L	<LD - 0,01	<LD - 0,004	<LD - 0,02
Mn	mg/L	0,06 - 0,58	0,009 - 1,116	<LD - 0,005
Zn	mg/L	<LD - 0,13	<LD - 0,022	0,002 - 0,26
Coliformes totais/100ml	NMP/100mL	Ausência - 23,1	Ausência - 70	Ausência - 12,1
<i>Escherichia coli</i> /100ml	NMP/100mL	Ausência - 1	Ausência - 6,3	Ausência - Ausência

<LD – Menor que o limite de detecção.

#### 4 - REFERÊNCIAS

APHA-AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION/AWWA/ WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22th. Washington, D.C. Estados Unidos: APHA, 2012.

USEPA – *United States Enviromental Protection Agency*. 3050, 3051, 3052 *Methods for Examination of Water and Wastewater*. 1994.

ISO 5667-14 - *Water quality-Sampling-Part 14: Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling*. 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914 de 12 de Dezembro de 2011. Disponível em <<http://www.portalsaude.gov.br>>. Acesso em 12/05/2015.