



## Análise da Qualidade da Água do Riacho Moraes em Área Influenciada Pela Produção de Gesso no Município de Araripina, PE – Brasil

Gerlânia Brasileira de ARRUDA<sup>1</sup>; Kenia Valença CORREIA<sup>2</sup>;  
Taiana Regina Silva de OLIVEIRA<sup>3</sup>; José Eustáquio BRAINER NETO<sup>4</sup>;  
Flávia Pereira de ARAÚJO<sup>5</sup>; Karina W. Figueiredo da Silva CARNEIRO<sup>6</sup>

**Resumo:** Toda a drenagem dos municípios do Polo Gesseiro, Microrregião de Araripina, pertence a sub-bacia do rio São Francisco. O riacho Moraes localiza-se no município de Araripina e está inserido no semiárido nordestino do estado de Pernambuco, possuindo como o seu principal afluente o Rio Brígida, naturalmente de regime intermitente, e que devido às ações antrópicas, passou a ser perene em condições atuais. A qualidade das águas depende das características dos ambientes naturais, assim como das ações antrópicas. Sua disponibilidade em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos atua como fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma comunidade. Objetivando avaliar a qualidade da água na região impactada por indústria gesseira, neste estudo foram analisadas as determinações de sulfatos, cloretos totais, dentre outros parâmetros. Os principais contaminantes estudados na drenagem foram os sulfatos, provenientes das indústrias de produção de gesso, assim como os cloretos, decorrentes dos influxos de efluentes urbanos da cidade de Araripina, sugerindo-se que os organoclorados são derivados dos materiais de limpeza de uso doméstico.

**Palavras-chave:** Riacho Moraes, Araripina, Contaminação, Água.

**Abstract:** *The entire drainage of the municipalities of Polo Plaster, micro-region of Araripina, belongs to sub-basin of São Francisco river. The Moraes stream is located in Araripina city which is inserted into the northeast semi-arid region of Pernambuco state, having as its main affluent Brígida river, which is naturally intermittent, therefore, due to human actions, has become perennial in current conditions. The quality of water depends on the characteristics of natural environments, as well as of human actions. Its availability in adequate quantity and quality for different uses acts as a determining factor in the*

1 PPG Geociências/UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

2 PPG Minas /CTG/ UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

3 PPG Geociências/UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

4 PPG Engenharia Química/UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

5 Licenciatura em Química/UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

6 Licenciatura em Ciências Biológicas/UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Autor para correspondência: Gerlânia Brasileira de Arruda

Doutoranda em Geociências – Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Tecnologia e Geociências - Departamento de Geologia. Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n Cidade Universitária, 50740-530 Recife-PE.

Email: [gerlarruda@hotmail.com](mailto:gerlarruda@hotmail.com)

Recebido em 17 de Dezembro de 2014 / Aceito em 23 de Maio de 2015

*process of economic and social development of a community. To evaluate the water quality in the region impacted by gypsum industry, this study analyzed the sulfates value, total chlorides, among other parameters. The main contaminants in drainage were studied sulfates, gypsum coming from the production industries, as well as the chlorides which are derived from municipal sewage inflow city Araripina, suggesting that they are derived from the organochlorine household cleaning materials.*

**Keywords:** Moraes Stream, Araripina, Contamination, Water.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os países de maior reserva de água doce, com 13,8% do deflúvio médio mundial. Porém, devido às suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões sofrem graves problemas de escassez de água, afetando seriamente o desenvolvimento socioeconômico. A Região Nordeste, onde está inserido o Semiárido brasileiro, concentra apenas 3% do volume de água disponível (ABDL, 2005).

O município de Araripina está localizado na mesorregião Sertão e na microrregião Araripina do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Estado do Ceará, a sul com Ouricuri, a leste com Ipubi e Trindade, e a oeste com Estado do Piauí. A área municipal ocupa 1906,3 km<sup>2</sup> e representa 1,93% do Estado de Pernambuco (CPRM, 2005).

O município de Araripina possui como um dos principais rios na região o Rio Brígida. A região é drenada pela bacia do Rio São Francisco, no qual seus afluentes constituem um sistema de cursos d'água de áreas semiáridas, intermitentes e irregulares, dotados de fraquíssimo poderio energético. Isto porque suas cabeceiras nascem onde as precipitações são baixas, e seus vales atravessam regiões com precipitações anuais insuficientes para os alimentar permanentemente (ANA, 2010). As barragens e poços têm a finalidade de garantir o abastecimento de água na estiagem e reduzir a dependência dos caminhões pipas pelas comunidades que residem na região do semiárido.

Recentemente Arruda et al. (2012) relataram que a drenagem do município de Araripina passou de intermitente à perene, resultante da contínua descarga de resíduos domésticos que a área drenada neste município recebe continuamente.

A água, devido as suas propriedades de solvente e a capacidade de transportar partículas, incorpora diversas impurezas as quais definem a sua qualidade, resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem (REBOUÇAS, 2002). O estudo da dispersão e mistura das propriedades da água é fundamental, tanto para se caracterizar as consequências de uma determinada atividade poluidora, quanto para se estabelecer os meios para que se satisfaçam os parâmetros de qualidade da água de acordo com seu uso.

O transporte de poluentes sedimentados nos solos e a precipitação de impurezas do ar nos espelhos d'água constituem os mecanismos de poluição das águas. A água é reconhecida como solvente universal e suas propriedades hidrodinâmicas lhe condicionam capacidade de transportar particulados em suspensão. Este tipo de transporte e o de produtos em solução incorporam diversas impurezas que demarcam a influência dos fenômenos naturais, assim como a interferência antrópica nos meios naturais.

A água é de vital importância para a sobrevivência dos seres vivos, uma vez que está presente na maioria dos

processos metabólicos. Além dessa atuação vital, levando-se em conta o ciclo hidrológico, ela interage com todo o ambiente, acumulando as informações dessas interações e, assim, funcionando como indicador ambiental de grande eficiência (OKI, 2002).

A água é uma substância vital para os seres vivos, uma vez que todas as substâncias por eles absorvidas e todas as suas reações metabólicas são feitas por via aquosa. Com a característica de ser quimicamente neutra e possuir a capacidade de dissolver um número muito grande de substâncias químicas minerais e orgânicas, a água facilita a penetração de substâncias através das membranas celulares e o seu transporte por todo o organismo (ARRUDA, 2012).

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos atua como fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma comunidade. Atender a essa demanda constitui-se, assim, em um dos maiores desafios do homem na atualidade, devido à escassez crescente e ao comprometimento da qualidade das águas (PAIVA, 2001).

Rebouças (2002) opina que a qualidade total da água pode atingir elevados graus de complexidade, uma vez que a qualidade das águas depende das características dos ambientes naturais e ações antrópicas. Adicionalmente, a composição das águas superficiais sofre grande influência das chuvas, pois estas podem dissolver e arrastar em suspensão materiais existentes na superfície dos solos. O aferimento da qualidade das águas é feito através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas segundo Von Sperling (1996), tais como: pH, oxigênio dissolvido (OD),

sólidos totais em suspensão (STD), sais em solução, etc.

Poucos trabalhos foram realizados a cerca da contaminação dos riachos da região em estudo, apesar do grande problema enfrentado devido ao problema de escassez de água da região, devido ao fato do clima regional ser quente com seca prolongada e regime intermitente de chuvas, cuja sazonalidade influencia diretamente a vida vegetal e animal, interferindo diretamente sobre a hidrologia regional (ARAÚJO, 2004).

Desta forma, este trabalho visa diagnosticar a qualidade das águas do Riacho Moraes, no que se refere, principalmente, às interferências antrópicas causadas pela indústria gesseira, como também pela descarga de dejetos domésticos que são lançados diretamente, sem nenhum tratamento, nesta drenagem que corta o município estudado. Esta abordagem foi realizada através de identificação de parâmetros físico-químicos das águas e análise química de sedimento de fundo considerando-se padrões recomendados pelo CONAMA (2005).

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido dentro da drenagem Riacho Moraes e barragens influenciadas pela sua drenagem. Foram coletadas 10 (dez) amostras que estão representadas no mapa (Figura 1) com os pontos de amostragem da drenagem. As coletas de água foram realizadas no período chuvoso, uma vez que no verão torna-se inviável esse tipo de estudo devido à escassez de recursos hídricos nessa região. A coleta seguiu procedimentos recomendados pela APHA (2001), em seguida as amostras foram encaminhadas ao LANSÁ/UFPE para análise físico-química.

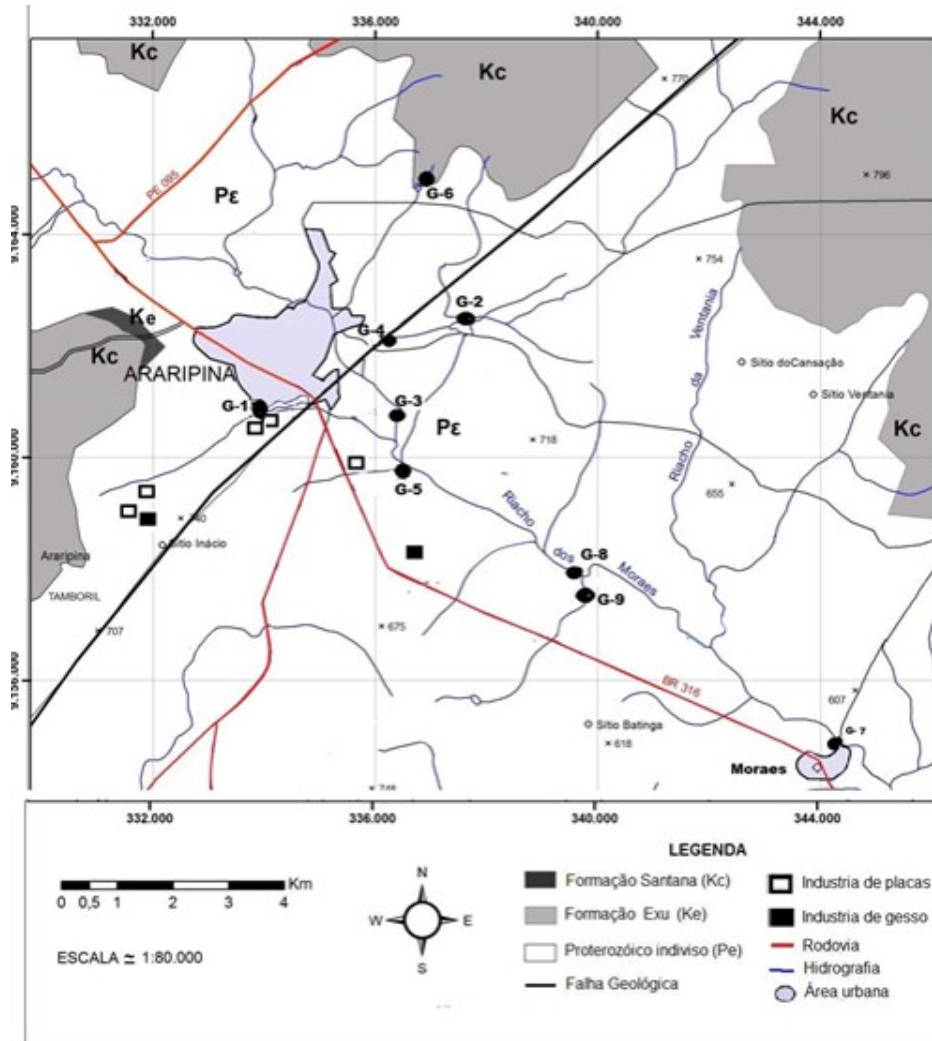


Figura 1. Zoneamento de áreas de influência da drenagem na região de Araripina-PE.

Nas águas de superfície foram feitas *in situ* as seguintes medidas: pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, condutividade (mS/cm) e sólidos totais dissolvidos (STD), com a utilização de equipamento OAKTON, modelo WP 600, dotado de sensores ou extensões específicas para as variáveis mencionadas.

Nas mesmas estações de amostragens também se procedeu a coleta de material sedimentar superficial de fundo (aproximadamente 250g). Estes sedimentos foram acondicionados em sacos de poliestireno, resfriados a 4°C e reservados para eventuais análises químicas, com o objetivo de avaliar

possíveis repercussões nos sedimentos de fundo causadas por contaminações anormais de sulfatos nas águas de superfície (máximo: 30 cm).

As análises foram efetuadas nos laboratórios Actlab's (Ontário, Canadá), incluindo um elenco de metodologias: Análise Instrumental por Ativação de Nêutrons I (INAA) e Inductively Coupled Plasma (ICP), utilizando-se ácidos (HF, HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> e HCl) e água régia, como técnicas de digestão. Essas análises químicas de sedimento de fundo consistem na determinação dos seguintes elementos: Óxido de cálcio (CaO), Óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Óxido de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados geoquímicos estão representados da seguinte forma: na Tabela 1 estão representados os parâmetros físico-químicos de águas superficiais e de subsuperfície (amostra G-R), na Tabela 2 estão os resultados da composição química de sedimentos

(total) de fundo de corpos d'água represados da região de Araripina – PE.

Os resultados foram interpretados e comparados com o padrão de qualidade para águas classe 2 – Resolução CONAMA N°367/05 representado pela Tabela 3.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos de águas superficiais (G-1 á G-9) e de subsuperfície (G-R) de uma área de estudo na região de Araripina, Pernambuco.

Amostras	pH	Condutividade (mS/cm)	STD (ppm)	OD (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Fosfato (mg/L)
G-1	7.08	2.183	1288,0	5,94	462	336	<0,1
G-2	8.09	0.512	328,0	5,67	88	25	<0,1
G-3	7.37	2.127	1252,0	4,38	465	267	4
G-4	7.04	2.112	1501,0	5,63	449	196	4,3
G-5	7.24	2.307	1603,0	4,24	478	413	<0,1
G-6	7.24	2.351	1363,0	2,83	537	408	2
G-7	6.73	1.059	695,0	2,40	176	140	2
G-8	6.51	0.343	514,6	4,27	288	200	2,4
G-9	7.09	1.598	930,0	4,33	17	60	<0,1
G-R	6.01	0.084	50.27	1,15	7	37	<0,1

Tabela 2 - Composição química de sedimentos (total) de fundo de corpos d'água represados da área de estudo, e de áreas circunvizinhas à região de Araripina – PE.

Amostras	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
G-1	2.32	13.66	4.04
G-6	0.80	18.73	6.06
G-9	0.63	11.02	3.29
G-15	0.63	13.01	2.64

Tabela 3 - Padrão de qualidade para águas classe 2 – Resolução CONAMA N°367/05.

Parâmetros/unidade	Limite
Alcalinidade (pH)	6 - 9
Oxigênio dissolvido (mg/L)	> 5
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	500
Cloretos (mg/L)	250
Sulfatos (mg/L)	250
Fosfato (mg/L)	0,1

### 3.1 pH e Óxidos de Cálcio

O pH das águas represadas em estação chuvosa mostrou relações aparentes com a extensão do percurso de influxos pluviais, sugerindo que estes escoamentos, em pequenas bacias de recepção, não sejam suficientes para uma maior salinização de suas águas. As águas do riacho Moraes não expressam uma influência dominante de águas pluviométricas, que comumente possuem pH = 6,6 (Andrews *et al.*, 1966), e sim de uma alcalinidade induzida por efluentes urbanos, a partir de suas cabeceiras encravadas na área urbana de Araripina.

Os resultados geoquímicos demonstram que as drenagens em áreas mais influenciadas pelos dejetos do município são mais alcalinas. A acidez observada relaciona-se ao transporte de materiais pela precipitação, pois a medida que os dejetos decorrentes do esgoto vão se diluindo devido a precipitação, a acidez encontra-se um pouco mais acentuada.

De acordo com Sipaúba-Tavares (2006), o óxido de cálcio é utilizado em sedimento na manutenção do pH da água, neutralizando a acidez e conseqüentemente, aumentando a alcalinidade e a dureza, melhorando as condições sanitárias e prevenindo doenças de peixes. A mobilidade do cálcio é muito elevada, entretanto, as suas principais barreiras geoquímicas são decorrentes da sua incorporação em matéria orgânica, da sua adsorção e da diminuição do pH. Geralmente os solos muito ricos em cálcio inibem a disponibilidade do ferro, segundo Reimann & Caritat (1998). O cálcio, além de ser um nutriente essencial para os organismos, relacionando-se a coagulação sanguínea em humanos, é um nutriente essencial para as plantas, pois ajuda a evitar seu estresse decorrente da presença de metais

pesados e/ou salinidade (DIAS & ALVAREZ, 1996). Esse nutriente caracteriza-se por não ser um elemento tóxico.

Observou-se uma notória quantidade de bivalves na amostra G-6 (Figura 2), barragem da região que apresentou um pH de 8,09 e o óxido de cálcio 0,80%. Não foram observados esses organismos na amostra G-1, apesar de ambas apresentarem-se com pH próximos e alcalino. Claudi & Mackie (1994), relata que o pH alcalino com a disponibilidade de cálcio são as variáveis mais importantes no crescimento das conchas de bivalves. O cálcio presente na amostra G-1 é consideravelmente maior que nas outras amostras, porém, por apresentar-se com pH praticamente neutro, esses moluscos não obtêm condições para o seu desenvolvimento. O óxido de cálcio elevado nestes pontos, que também é representado por barragens com recarga da drenagem, provem da fabricação de placas de gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Segundo Reimann & Caritat (1998), o óxido de alumínio é considerado um elemento essencial para certos organismos, embora tóxico para os peixes em condições ácidas. Em forma de íons livres, o óxido de alumínio também se apresenta tóxico para as plantas e para os humanos, embora em quantidades adequada é essencial para todos os organismos. Entretanto, quando usado em doses elevadas torna-se tóxico. Observa-se que os óxidos de alumínio e ferro demonstram valores mais elevados em barragens G-1 e G-6 ambas com recarga da drenagem. Possivelmente, as águas correntes dificultam a precipitação desses elementos no sedimento. Esses óxidos de Alumínio e Ferro provavelmente são provenientes de áreas industriais ou dos esgotos domésticos, os quais descarregam seus dejetos na drenagem.



Figura 2 - Barragem (G- 2) com influência da drenagem e com presença de bivalves.

### 3.2 Temperatura e Oxigênio dissolvido (OD)

Blume (2010) relata que a temperatura tem influência sobre a vida aquática, tendo igual importância sobre o teor em oxigênio dissolvido e, por consequência, sobre o ecossistema. A oxigenação depende de vários fatores, no entanto, a temperatura da água destaca-se pela sua importância, uma vez que quanto mais elevada for esta, menos oxigênio dissolvido a água possuirá. O oxigênio provém da atmosfera ou das plantas verdes submersas.

Os conteúdos de oxigênio de águas naturais variam com a temperatura, salinidade, turbulência, atividade fotossintética de algas e plantas e pressão atmosférica. A solubilidade do oxigênio decresce quando a temperatura e salinidade aumentam. Em águas doces, ao nível do mar, o oxigênio dissolvido

(OD) alcança de 15 mg/L a 0°C a 8 mg/L a 25°C relata Chapman & Kimstach (1992). O autor defende que concentrações de OD abaixo de 5 mg/L podem adversamente afetar o funcionamento e sobrevivência de comunidades biológicas e abaixo de 2 mg/L podendo levar à morte de muitos peixes. A medida de OD pode indicar o grau de poluição pela matéria orgânica, a degradação de substâncias orgânicas e o nível de auto-depuração da água.

De acordo com o histograma da Figura 3, foi observado que no poço G-R (Referencial), por não possuir contato com oxigênio atmosférico, o OD é mínimo. Já o OD médio da drenagem foi de 4,6mg/L, este apresenta-se mais elevado em locais onde a turbulência é mais alta, embora o valor do OD apresentar-se baixo em alguns locais em decorrência do processo de eutrofização.

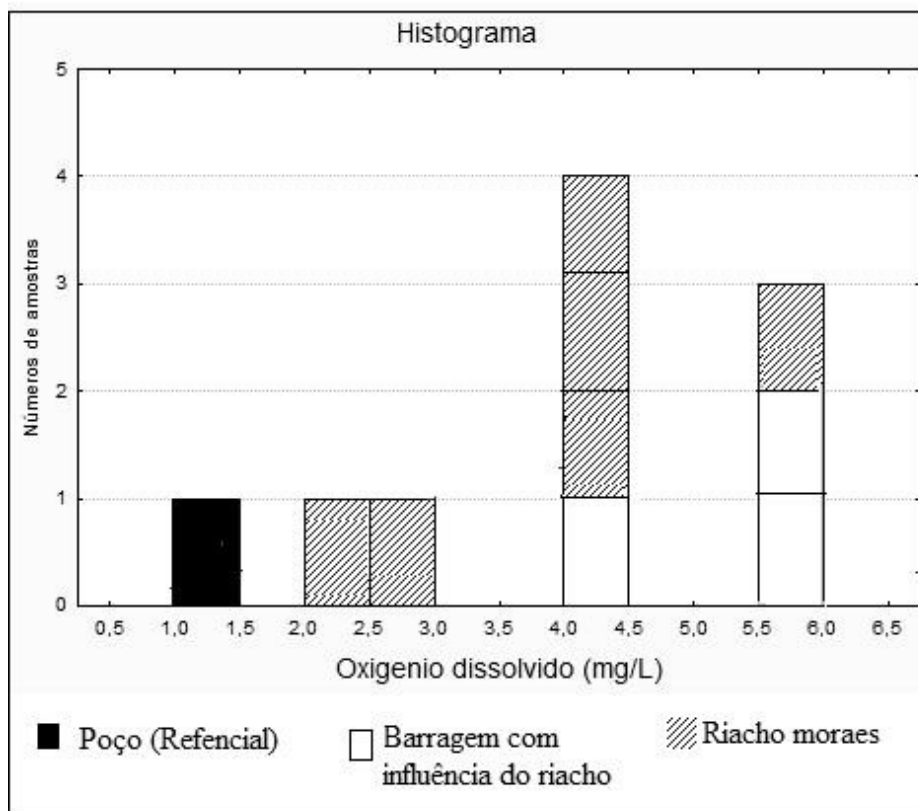


Figura 3. Histograma do oxigênio dissolvido (OD).

### 3.2 Condutividade e cloretos

Von Sperling (2000) informa que a condutividade elétrica da água é um parâmetro que não discrimina quais são os íons presentes em água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras.

Na maioria das águas doces a condutividade está entre 10 e 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Entretanto, esse valor pode exceder 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  especialmente em águas poluídas, sobretudo aquelas que recebem em grande quantidade o escoamento superficial do solo.

Segundo Chapman & Kimstach (1992), as concentrações de cloretos em água doce são geralmente menores que 10 mg/L, podendo apresentar-se algumas vezes menores que 2 mg/L. Altas concentrações de cloretos podem ocorrer próximas a esgotos e outras saídas de resíduos, drenos de irrigação, intrusões

de águas salinas em áreas áridas e em áreas costeiras úmidas. Cloretos estão presentes em baixas concentrações em todas as águas naturais, embora a maior parte dos cloretos provenha da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

Nesse trabalho, as águas doces que possuem teores elevados em sulfatos/cloretos apresentam alta condutividade. São os casos das águas do riacho Moraes e de toda sua drenagem onde suas cabeceiras estejam no perímetro da cidade recebendo afluentes domésticos, exceto as drenagens isoladas, que não estão no perímetro de contaminação. A Figura 4



mostra trecho da drenagem do município de Araripina/PE, onde visivelmente é observada a contaminação.



Figura 4 - Trecho de drenagem visivelmente contaminada (G-9).

### 3.3 STD, sulfatos e fosfato

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos na água. Os sólidos em suspensão estão limitados na legislação ambiental pelos valores de turbidez. Esses podem aumentar a turbidez e prejudicar a água esteticamente, assim como reduzir a produtividade do ecossistema pela pouca penetração de luz (PORTO *et al.*, 1991). Os sólidos suspensos, assim como a turbidez, também podem vir da erosão de áreas de escavação e canais. Os sólidos podem acumular-se em rios, lagos, áreas alagadas e prejudicar os ambientes dos quais dependem muitos peixes, pássaros aquáticos, plantas e outros animais. A decomposição deste material também pode reduzir o oxigênio dissolvido.

Segundo Piveli & Kato (2005), os íons sulfato  $\text{SO}_4^{2-}$  são encontrados na água devida à lixiviação das rochas sedimentares, incluindo o xisto. A maior contribuição são os depósitos de sulfato como gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e anidrita

( $\text{CaSO}_4$ ), e, adicionalmente, a oxidação de matéria orgânica e os despejos industriais. Segundo o autor, esses íons devem ser controlados porque provocam efeitos laxativos.

As concentrações de sulfato em águas naturais variam em geral na faixa de 2 a 80 mg/L, embora possam exceder a 1000 mg/L em áreas próximas a descargas industriais ou em regiões áridas onde sulfatos minerais, tal como o gesso, estão presentes.

Os maiores efeitos fisiológicos resultantes da ingestão de grandes quantidades de sulfato são catarse, desidratação e irritação gastrointestinal. Desta forma, em virtude dos efeitos gastrointestinais resultantes da ingestão de água potável contendo altos níveis de sulfato, recomenda-se que as autoridades sanitárias sejam notificadas de fontes de água potável que contenham concentrações de sulfato acima dos padrões recomendados pelo CONAMA (2005).

Observou-se que o G-24 (referencial), devido a sua constituição rochosa, apresenta o STD alto acima do limite. A concentração média dos sulfatos na drenagem do município é relativamente alta devido a produção do gesso no entorno. Estudos recentes de Arruda (2012) mostram que a pluma de contaminação do sulfato tem relação direta com a quantidade de STD, assim também como a relação do TDS e as concentrações em cloretos que provém do esgoto doméstico despejado sem tratamento na drenagem do riacho Moraes no município de Araripina.

O fosfato pode ser proveniente de adubos, a base de fósforo, ou da decomposição de materiais orgânicos e esgoto. De acordo com Farias (2006), em corpos d'água, o fosfato é fundamental para o controle das taxas de crescimento de algas e cianobactérias (SAWYER *et al.*, 1994). No caso estudado, esse elemento é provavelmente proveniente de despejos de esgotos domésticos ou despejos industriais que utilizam detergentes sintéticos a base de poli fosfatos. Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade, além de ser apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas.

#### 4. CONCLUSÕES

A composição química de águas de ambientes represados na área de influência definida revelou concentrações anormais de cloretos, fosfato e sulfatos. Os cloretos e fosfatos podem ser provenientes de adubos clorados à base de fósforo, muito embora a região tenha pouca agricultura. Os sulfatos são provenientes da poeira decorrente da produção do gesso que por sua vez é sedimentada sobre solos e vegetação

que é solubilizada por águas pluviais na região estudada.

O principal contaminante encontrado na drenagem, os cloretos, tem origem dos influxos de efluentes urbanos da cidade de Araripina, provavelmente organoclorados proveniente dos materiais de limpeza de uso doméstico, provando que os resíduos da região são jogados diretamente na drenagem sem nenhum tipo de tratamento.

Esses dados comprovam que a qualidade da água é imprópria para uso de acordo com o padrão de qualidade para águas classe 2 – Resolução CONAMA N°357/05.

Tendo em vista o elevado tempo de residência e o alto coeficiente de dissolução de cloretos, sulfatos, dentre outros elementos, cujo *uptakes* biogênicos são limitados em ambientes aquáticos, acredita-se que devido as ações de degradação antrópicas estes compostos aumentarão no processo de contaminação ano após ano nesses ambientes aquáticos.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ANA, 2010. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Brasília, Agência. Nacional. Águas - ANA. Título da pesquisa disponível em: <<http://www.hidroweb.ana.gov.br>> Acesso em: 20 de junho 2012.
- ANDREWS J.E., BRIMBLECOMBE P., JICKELLS T.D, LISS P.S., 1996. An Introduction to Environmental Chemistry. London, Blackwell Sci., 198 p.
- A.P.H.A. Standard methods for examination of water and wastewater. Washington, Amer. Public Health Assoc., Chap. 1, 2001. 34-38 p (20th ed.).

- ARAÚJO S.M.S. O Pólo Gesseiro do Araripe: unidades geo-ambientais e impactos da mineração. Campinas, UNICAMP, Tese (Doutorado em Geociências), 2004. 278 p.
- ARRUDA G. B., CORREIA K. V., MENOR E. A., LINS V. S. 2012. Contaminações em sulfato e cloretos em águas de superfície e subsuperfície na região de Araripina-PE. Recife. *Estudos Geológicos (UFPE)*, v. 22(2), 149-171 p.
- ARRUDA G. B., 2012. Diagnóstico ambiental da poluição sulfática no município de Araripina, através da hidroquímica de águas de superfície. Recife, UFPE, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) 58 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇAS. Grupo Água Viva: trabalho em grupo. São Paulo: ABDL; PRONORD, 2004. Título da pesquisa disponível em: <<http://www.lead.org.br/article/view/213/90>>. Acesso em: 20 out. 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Minas e Metalurgia; CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2005. Diagnóstico do Município de Araripina. Título da pesquisa disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/ARAR014.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2014.
- CLAUDI, R.; MACKIE, G.L. 1994. Practical Manual for Zebra Mussel Monitoring and Control. Boca Raton, Florida: Lewis Publishers, 227 p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. Resolução Conama nº 357. Título da pesquisa disponível em: <[www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)>. Acesso em: 31 out. 2014.
- DIAS, L. E.; ÁLVAREZ, V. H. V. Fertilidade do solo. Viçosa - MG. UFV. 1996. 204 p.
- FARIAS, L.C.E.; SILVA, D.A. 2007. Apoio Técnico e Institucional para o Desenvolvimento do Programa Florestal da Chapada do Araripe em Pernambuco. Produto 2 - Diagnóstico. Curitiba/PR, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Publicação Técnica, 181 p. (Inédito).
- HARPER E.M. 2000. Are calcitic layers an effective adaptation against shell dissolution in the Bivalvia. *J. Zool., London* 251 p., 179-186 p.
- LIMA T.M.S. 2009. Contribuição ao estudo das condições hidroquímicas do rio São Domingos (Rio Igarassu), Estado de Pernambuco, Brasil. Olinda, FUNESO, Monografia (Espec) 54 p.
- OKI, V.K. 2002. Impactos da colheita de *Pinus taeda* sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias. São Paulo, USP, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), 87 p.
- PAIVA, J.B.D.; PAIVA, E.M.C.D. 2001. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. ABRH. Porto Alegre, RS.
- PIVELI, R.P. & KATO, M.T., 2005. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. ABES, v. 01, São Paulo, 285 p.
- PORTO, M.F.A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S.J. 1991 Caracterização e alterações da qualidade da água. In: PORTO, R.L. (Org.). Hidrologia Ambiental. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Associação Brasileira de Recursos Hídricos. v. 3, 3-4 p e 27-66 p.
- REBOUÇAS, A.C. 2002. Água Doce no Mundo e no Brasil. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. In: Aldo da Cunha Rebouças, Benedito Braga, José Galizia Tundisi – Cap. 01- 2ª edição – São Paulo: Editora Escrituras.

- REIMANN, C; CARITAT, P. 1998. Chemical elements in the environment factsheets for the geochemist and environmental scientist. Berlin, Germany7 Springer-Verlag.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; SIPAÚBA TAVARES, C.C.C., BRAGA F. M. S. 2006. Efeito do óxido de cálcio sobre variáveis limnológicas em viveiros de criação de *Piaractus mesopotamicus* (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Tambaqui), B. Inst. Pesca, 32(2): 191-198 p.
- VON SPERLING, M., 1995. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Cap 1, 22-39 p.
- ZUIN, V.G., IORLATTI, M.C., MATHEUS, C.E., 2009. O emprego de parâmetros físicos e químicos para avaliação da qualidade das águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. Quím. Nova na Escola, 31(1): 6 p.