

## IV-221 - AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA E DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE Langelier na nascente do rio Capivari – BA

**Milany de Jesus dos Santos<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- UFRB

**Alessandra Cristina Silva Valentim<sup>(2)</sup>**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Recursos Hídricos pelo Programa de Engenharia Civil da UFRJ(PEC/COPP/UFRJ). Doutora em Engenharia Química pelo Programa de Engenharia Química da UFRJ(PEC/COPP/UFRJ). Atualmente professora adjunta da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua E, 77 - Inocoop – Cruz das Almas - BA - CEP: 44380-000 - Brasil - Tel: (75) 9192-7691 - e-mail: [milany\\_js02@hotmail.com](mailto:milany_js02@hotmail.com)

### RESUMO

As áreas de nascente são os ecossistemas essenciais para a manutenção do ciclo hidrológico e, quanto mais impactados, maiores são os problemas para os seres vivos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água, do solo e a situação em que se encontra o entorno da localidade que abrange a nascente do rio Capivari, localizada na cidade de Castro Alves no recôncavo da Bahia. Para isso, foi determinado o índice de Langelier para a água, o qual previu a estabilidade do carbonato de cálcio na mesma, e ensaios ecotoxicológicos no solo, utilizando-se minhocas (*Eisenia andrei*) e collembolas (*Folsomia candida*). Através do índice de Langelier, a água da nascente foi caracterizada como moderadamente incrustante e esse fato pode ser resultado do clima semiárido local. Nos ensaios ecotoxicológicos, as minhocas se mostraram mais sensíveis à possível presença de substâncias tóxicas no solo do que as collembolas. A nascente foi identificada como intermitente e a área onde ela está localizada torna mais crítico e longo o período dessa não perenidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índice de saturação, toxicidade, qualidade da água, qualidade do solo.

### INTRODUÇÃO

Sabe-se que a água é um bem indiscutivelmente necessário à sobrevivência e qualidade de vida de qualquer ser vivo. Apesar de toda importância e da crescente necessidade do uso da água, a mesma não tem sido tratada com o devido valor.

A natureza, através dos seus ciclos, consegue fazer com que a maioria da degradação ambiental e, mais especificamente da água, sejam revertidas. No entanto, é sabido que o crescimento da população humana e a necessidade por água de qualidade acompanha esse processo, fazendo com que a capacidade de reversão do meio natural não seja mais tão eficiente para equilibrar os impactos causados pelos usos humanos.

Muito se fala a respeito da redução de água no planeta, todavia, de acordo com São Paulo (2007), essa impressão de que a água está acabando não é verdadeira, porque o ciclo da água, tendo o calor do sol como “motor” faz com que a água dos oceanos e as demais superficiais evaporem e precipitem sobre a superfície, não necessariamente no mesmo local de onde foi evaporada, fazendo com que ocorram desequilíbrios nas distribuições dessas quantidades superficialmente. Ele ainda afirma que, “A quantidade de água do planeta é praticamente invariável há 500 milhões de anos”.

“Entre os ecossistemas cruciais para a manutenção sustentável do próprio ciclo hidrológico estão as áreas de nascentes, olhos d’água, veredas e mananciais. Quanto mais estes ecossistemas são agredidos, menos água doce de boa qualidade estará disponível para a comunidade humana.” (ALQUÉRES et al, 2007)

A resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 esclarece que as nascentes ou olhos d’água são os locais onde afloram naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água e a situação em que se encontra o entorno da localidade que abrange a nascente no rio Capivari, localizada na cidade de Castro Alves no recôncavo da

Bahia. Para isso, foram feitas análises ecotoxicológicas do solo, da água e também análises físico-químicas para a determinação do índice de Langelier, o último tem importância relacionada à determinação da quantidade de sais presentes na água da nascente, que além de causar corrosão ou incrustações em encanações, podem causar deficiências fisiológicas em seres vivos. As análises ecotoxicológicas são importantes em virtude de apresentarem respostas através do comportamento de seres vivos, que indicará a presença de xenobióticos no ambiente e, portanto, interferência no ecossistema ao qual se encontra.

## MÉTODOLOGIA

O Rio Capivari é um afluente do Rio Paraguaçu que nasce na Serra do Ouro, na Chapada diamantina. O Capivari situa-se à margem esquerda do Paraguaçu e tem sua nascente na Vila do Petim, na cidade de Castro Alves (BAHIA, 2015) esta inserida em um clima semiárido e possui coordenadas UTM (Universal Transverso de Mercator) E 472048 m de longitude e S: 8597831 m de latitude obtidas através do GPS Garmin.

O Rio Capivari é considerado uma sub-bacia com extensão de 42 km, abrangendo os municípios de Casto Alves, Sapeaçu, Cruz das Almas, Mangabeira, Muritiba, Cabaceiras e São Félix. Na sua extensão como um todo, não é característica do mesmo, ser um rio perene, apresentando algumas intermitências ao longo do seu percurso.

### Índice de Langelier:

O ISL (também chamado de Índice de Estabilidade de Langelier) é um valor numérico usado para prever a estabilidade do carbonato de cálcio da água, isto é, se uma água irá precipitar  $\text{CaCO}_3$ , dissolve-lo ou ficar em equilíbrio com ele. (ADSTRON, 2006 apud SILVA et. al 2009).

Para a determinação do índice, cinco parâmetros são levados em consideração: o pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade a bicarbonatos e a dureza cálcica, obtidos com o auxílio de uma sonda multiparâmetro da marca Horiba e recomendações dos *Standard Methods* (APHA 005).

“O ISL (ou LSI) é expresso como a diferença entre o pH do sistema atual e o pH de saturação” (EDSTROM, 2003; CORROSION DOCTORS, 2003 apud MACÊDO, 2013, p. 300). Para o cálculo, segue a equação 1:

$$\text{LSI} = \text{pH} - \text{pH}_s \quad \text{equação (1)}$$

Onde,

$$\text{pH}_s = (9,3 + S + T) - (D + A)$$

$$S = (\text{Log} [\text{TDS}] - 1) / 10$$

$$T = -13,12 \times \text{Log} (^\circ\text{C} + 273) + 34,55$$

$$D = \text{Log} [\text{mg de Ca}^{2+} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCO}_3] - 0,4$$

$$A = \text{Log} [\text{alcalinidade mg.L}^{-1} \text{ como CaCO}_3]$$

Foram realizadas três coletas de água nos meses de agosto, setembro e outubro. Nos meses seguintes a fonte secou completamente, como ilustrado na figura 3, impedindo a obtenção de água para as demais análises.

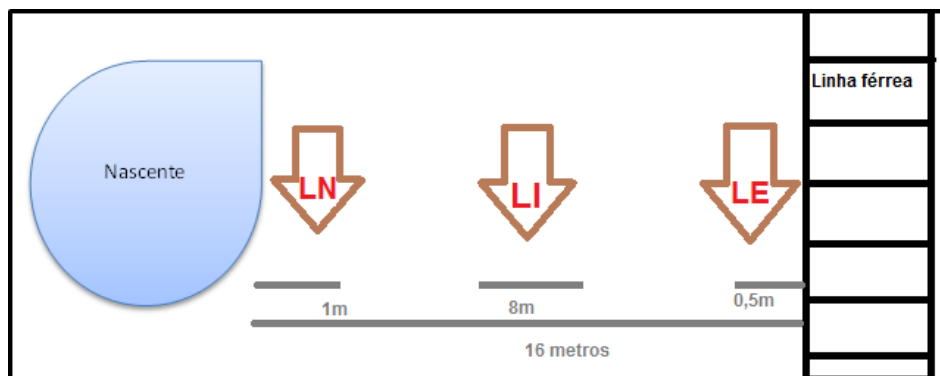
### Ensaio ecotoxicológicos:

Os ensaios ecotoxicológicos consistem em verificar a presença de contaminantes biodisponíveis para organismos de diferentes níveis tróficos. Para este trabalho foi utilizada a metodologia do teste de fuga, que é um procedimento no qual se utiliza bioindicadores para estudar uma possível alteração no solo, ou presença de substâncias tóxicas, as quais possam implicar na alteração de comportamento dos organismos e possivelmente no ecossistema ao qual vive.

Os bioindicadores são organismos submetidos a testes, cujo objetivo é determinar uma condição ambiental relacionada ao comportamento apresentado pelo mesmo. Neste trabalho foram utilizadas minhocas da espécie *Eisenia andrei* de acordo com a ISO/DIS 17512-1 e collembolas da espécie *Folsomia candida* seguindo recomendações da ISO/NP 17512-2 que são cultivadas nos laboratórios de toxicologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- Cruz das Almas, LABTA/CETEC.

Para o teste de fuga, utilizou-se um recipiente com os dois lados identificados, o lado A e o lado B, onde no lado A fica o solo de referência e no lado B cada um dos solos contaminados, entre os lados A e B é inserida uma divisória de plástico para promover a separação dos dois solos.

Foram realizadas 6 visitas, uma em cada mês que segue: agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro e abril, sendo os quatro primeiros em 2014 e o último em 2015. Em cada uma delas, foram coletadas 3 amostras de solos, sendo uma delas há meio metro da extremidade esquerda da linha férrea (correspondente ao mesmo lado onde está a nascente), outra numa distância intermediária entre linha e nascente (cerca de oito metros) e a última a 15 metros da linha, ou seja, a 1 metro da nascente. A figura 1 ilustra a localização de amostragem:



**Figura 1: Localização dos pontos de coleta**

De acordo com a ISO 17512-1, são utilizadas no teste as minhocas adultas que foram pesadas e separadas em grupos cujo peso obedecia a um intervalo de 300mg a 500mg. Os solos foram peneirados e colocados nos recipientes, o solo controle no lado A e o solo teste no lado B.

Após a inserção dos solos nos vasilhames, as divisórias foram removidas e no espaço deixado foram inseridas dez minhocas, em cada vasilhame, estas permaneceram nesse ambiente por 48 horas e não foram alimentadas. Após as 48 horas as divisórias foram colocadas novamente e então a contagem foi realizada.

Nos testes com collembolas, foram utilizados 20 organismos em cada recipiente e a leitura foi realizada após 48 horas para obter os resultados.

## RESULTADOS

O índice de Langelier foi determinado para as três amostras obtidas; no mês de agosto foi calculado um valor igual a 2,9, em setembro de 3,0 e em outubro, 3,2.

Macêdo (2013) propõe classificações para a água de acordo com o valor do índice encontrado. Essa proposta pode ser visualizada na tabela a seguir:

**Tabela 1: Proposta de classificação da água em função dos valores encontrados para o índice de Langelier.**

Valores do LSI	Indicação
4	Incrustação severa
3	Incrustação moderada
2	Incrustação leve a moderada
1	Incrustação leve
0,5	Incrustação muito suave
0	Balanceada
-0,5	Nenhuma corrosão ou muito suave
-1	Corrosão suave
-2	Corrosão moderada
-3	Corrosão moderada
-4	Corrosão severa
-5	Corrosão severa

Fonte: Macêdo (2013), p. 302

A classificação obtida através do índice de Langelier revela características de uma região semiárida, onde as poucas chuvas e elevada evaporação contribuem para o aumento da concentração de sais em um corpo d'água, dando à água estudada uma característica de incrustação moderada.

#### Ensaio ecotoxicológicos:

**Tabela 2: Resultado do teste de fuga com minhocas no mês de agosto**

Identificação do solo	Nº. org/lado B	Nº. org/lado A	Mês de coleta
LE	3	7	AGOSTO
LI	4	6	
LN	2	8	

**Tabela 3: Resultado do teste de fuga com minhocas no mês de setembro**

Identificação do solo	Nº. org/lado B	Nº. org/lado A	Mês de coleta
LE	2	8	SETEMBRO
LI	3	7	
LN	1	9	

**Tabela 4: Resultado do teste de fuga com minhocas no mês de outubro**

Identificação do solo	Nº. org/lado B	Nº. org/lado A	Mês de coleta
LE	1	9	OUTUBRO
LI	4	6	
LN	0	10	

**Tabela 5: Resultado do teste de fuga com minhocas no mês de novembro**

Identificação do solo	Nº. org/lado B	Nº. org/lado A	Mês de coleta
LE	1	9	NOVEMBRO
LI	3	7	
LN	2	8	

**Tabela 6: Resultado do teste de fuga com minhocas no mês de abril**

Identificação do solo	Nº. org/lado B	Nº. org/lado A	Mês de coleta
EL	6	4	ABRIL
LI	4	6	
LN	2	8	

LE= Solo no lado esquerdo da linha férrea

LI= Solo na posição intermediária entre linha e nascente

LN= Solo a um metro da nascente

Nº. org/ = Numero de organismo

Da tabela, pode-se observar que em três das amostras no lado esquerdo da linha, o percentual das minhocas que preferiram o solo do lado A, ou seja, o solo controle foi superior a 80%. De acordo com a norma, o resultado indica que o solo teste está inadequado para a sobrevivência desses organismos. Em duas das amostras, o percentual não atingiu os 80%, no entanto, as minhocas, em nenhuma das amostras, deram preferência ao solo que se supôs inicialmente estar contaminado.

No mês de outubro, observou-se um comportamento interessante, na amostra de solo coletada mais próxima a nascente, o percentual de minhocas que deram preferência ao solo do lado B foi de 0%. De acordo com observações no dia da coleta, notou-se que os capins próximos à linha estavam amarelados e que na semana da coleta havia chovido. De acordo com o que foi observado, supõe-se que houve a aplicação de herbicida há alguns dias anteriores ao dia de coleta e que, em virtude da chuva, os compostos desses agrotóxicos foram carregados para as proximidades da nascente, que possuem uma leve declividade, porém significativa, com relação ao local onde, possivelmente, essas substâncias químicas e tóxicas foram aplicadas.

A fuga das minhocas indica que o solo local perdeu estes grupos de organismos e, Niemeyer, Egler e Silva (2012) citam que este fato gera consequências nos processos de ciclagem de nutrientes, na estrutura e fertilidade do solo, além de impactos sobre a cadeia trófica, tendo em vista que estes organismos servem de alimento para outros.

### **Collembolas**

Os testes realizados com as collembolas apresentaram resultados um tanto quanto inesperados. Ao contrário das minhocas, nos meses de agosto, setembro, novembro de 2014 e abril de 2015, as collembolas em todas as amostras se concentravam no lado onde estava o solo supostamente contaminado. No mês de outubro, 70% das collembolas tiveram comportamento de fuga do solo que fica a um metro de distância da nascente (LN); para as amostras do lado esquerdo da linha (LE) e intermediária a esta e a nascente (LN), obtiveram-se percentuais de fuga igual a 65% e 60% respectivamente.

### **Situação do entorno da nascente**

A nascente do rio Capivari, que foi o nosso objeto de estudo, foi caracterizada como intermitente, ou seja, só apresenta água em épocas mais chuvosas do ano. Esse fato se dá em virtude de características edáfico-geológica a qual ela está inserida e, além disso, interferências de animais e ausência de mata ciliar na área onde ela se encontra, contribui para que sua qualidade fique aquém da qualidade que é comum de uma nascente.

No entorno da nascente alguns problemas foram observados; primeiro, é possível observar a criação de animais, bois e cavalos, que possuem livre acesso à nascente. Segundo: o entorno da nascente, que por lei deve possuir 50 metros de mata ciliar, não a possuem, as áreas do entorno são quase que totalmente desmatada para a criação de animais e desenvolvimento de atividades agrícolas. Terceiro, há apenas 16 metros dessa nascente, existe uma linha férrea ativa, na qual ocorre o tráfego de trem de carga pelo menos uma vez ao dia e para sua manutenção, a empresa que é responsável, faz o uso de herbicidas, numa frequência, até o momento, desconhecida. Evidências dessa aplicação foram observadas através das visitas realizadas e de relatos dos próprios moradores da região.

Após três meses do início desse trabalho, a nascente secou e até o momento não se tem sinal de água. As imagens a seguir apresentam a situação dela nos meses iniciais e no período em que esta secou:



**Figura 2: Nascente do rio Capivari no mês de Setembro com água.**





Figura 3: Nascente do rio Capivari no mês de Dezembro completamente sem água.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que:

- ✓ Através do índice de Langelier, a nascente do rio Capivari possui uma água com incrustação moderada, o que indica a presença de mais sais que são, provavelmente, resultado de poucas chuvas e evaporação intensa no local.
- ✓ Nos testes ecotoxicológicos, as minhocas se mostram mais sensíveis à presença de compostos que podem ser tóxicos e, desse modo, melhores bioindicadores.
- ✓ O entorno da nascente possui áreas degradadas por existir a criação de gado e a localização dela permitir o acesso aos animais, esses fatores comprometem sua qualidade e podem interferir no aumento do seu período de intermitência.
- ✓ A manutenção da linha férrea que fica a 16 metros da nascente, interfere na qualidade do ecossistema, já que sua presença resulta numa manutenção que faz uso de agrotóxicos e implica na degradação do solo e da água.
- ✓ Outros estudos devem ser realizados para confirmar e identificar a causa do comportamento observado para o organismo teste collembola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SÃO PAULO. Hubert Alquéres. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. **Nascentes do Brasil**: estratégias para a proteção de cabaceiras em bacias hidrográficas. São Paulo: Biblioteca da Imprensa Oficial, 2007. 141 p. Disponível em: <[http://www.5elementos.org.br/5elementos/files/pdf/downloads/nascentes\\_do\\_brasil.pdf](http://www.5elementos.org.br/5elementos/files/pdf/downloads/nascentes_do_brasil.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2015.
2. BRASIL. Constituição (2002). Resolução nº 303, de 22 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.. **Áreas Protegidas – Áreas de Preservação Permanente**. Brasil, 13 maio 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em: 02 maio 2015.
3. BAHIA. Thyego de Oliveira Matos. Ministerio Publico do Estado da Bahia. O Rio Paraguacu. Elaborada por Nucleo de apoio do Rio Paraguacu. Disponível em: <<http://www.ceama.mp.ba.gov.br/sobre-o-nurp-o-rio-paraguacu.html>>. Acesso em: 29 abr. 2015.
4. SILVA, Sidinei Kleber da et al. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA: ESTUDO DO ÍNDICE DE DENSIDADE DE SEDIMENTOS EM ÁGUAS ORIUNDAS DE POÇOS TUBULARES APLICADAS A SISTEMAS DE DESSALINIZAÇÃO VIA OSMOSE INVERSA. 8. ed. Goiania: Centro Científico Conhecer, 2009. 5 v. Disponível em: <[http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/estudo\\_do\\_indice.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/estudo_do_indice.pdf)>. Acesso em: 01 maio 2015.
5. MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas – Águas & Efluentes & Solo Meio Ambiente. 4. ed. -: Crq-mg, 2013. 1009 p.

6. ISO 17512-1 (International Organization for Standardization), Soil quality – avoidance test for testing the quality of soils and of chemicals – test with earthworms (*Eisenia fetida*), 2006.
7. ISO 17512-2 (International Organization for Standardization), Soil quality – avoidance test for testing the quality of soils and of chemicals – Part 2: Test with collembolans (*Folsomia candida*).
8. NIEMEYER, Júlia Carina; EGLER, Silvia; SILVA, Eduardo Mendes da. Avaliações ecológicas e ecotoxicológicas relacionadas ao caso da Plumbum em Santo Amaro (BA). In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves; BERTOLINO, Luiz Carlos; EGLER, Silvia Gonçalves (Ed.). **PROJETO SANTO AMARO – BA aglutinando ideias, construindo soluções DIAGNÓSTICOS**. 2. ed. Rio de Janeiro: Cetem, 2012. Cap. 11. p. 131-149. Disponível em: <[http://www.cetem.gov.br/santo\\_amaro/pdf/cap11.pdf](http://www.cetem.gov.br/santo_amaro/pdf/cap11.pdf)>. Acesso em: 09 maio 2015.