

# A TOXICIDADE DO ARSENIO E SUA NATUREZA

ANDRADE, Daiene Flor; ROCHA, Marcia Santos da

flordaiene@yahoo.com.br

Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz

**Resumo:** O arsênio é um metaloide amplamente distribuído na crosta terrestre, é encontrado em forma de sulfeto em grandes variedades de minerais, é utilizado como raticida, é em alguns casos como medicação homeopática ou alopática. As fontes de contaminação abrangem minerais, rochas, solos, água e alimentos. Os problemas de saúde provocados pelo metal depende da quantidade ingerida, dose, frequência e tempo de absorção, já que é excretado principalmente pelo fígado e rins, atua no organismo como inibidor da respiração celular, pois pode haver um grande acúmulo nas mitocôndrias das células e pode comprometer funções da síntese proteica. Pode ser absorvido de forma oral e pelas vias respiratórias, sua dose letal é de 0,07g/kg, de caráter bioacumulativo, praticamente, todos os compostos de arsênio é são tóxicos para o organismo humano. Sua exposição aguda ou crônica e sua concentração são, frequentemente, e monitoradas por testes feitos na urina.

**Palavra-Chave:** Arsênio, metaloide, raticida, metal.

**Abstract:** Arsenic is a metalloid widely distributed and found in the crust in the form of sulfide minerals in large variety, is used as a rodenticide, and in some cases as allopathic or homeopathic medication. The sources of contamination include minerals, rocks, soils, water and food. The health problems caused by the metal depends on the amount ingested, dose, frequency and absorption time, since it is mainly excreted by the liver and kidneys, the body acts as an inhibitor of cellular respiration, as there may be a large accumulation in the mitochondria of cells and may impair functions of protein synthesis. Can be absorbed orally and the respiratory tract, its lethal dose is 0.07 g / kg, bioaccumulative nature, virtually all arsenic compounds are toxic to the human body. His acute or chronic exposure and concentration are often monitored for total arsenic determination in urine.

**Keywords:** Arsenic, metalloid, rodenticide, metal.

## INTRODUÇÃO

Os compostos de arsênio foram venenos comuns usados por assassinos e suicidas, desde os tempos dos antigos romanos até a idade Média. Seu uso terapêutico data de 400 a.C. havendo relatos de seu emprego por Hipócrates, Aristóteles, Dioscórides e Plínio, desde então o Arsênio vem sendo objeto de muitos estudos. É um elemento químico encontrado na natureza em forma de cristais, associado a subproduto de: Prata, Cobalto, Níquel, Chumbo, Cobre e Ouro. Seu consumo é extremamente prejudicial à saúde humana.<sup>[1]</sup>

A contaminação se dá pelo contato direto com a substância toxica do arsênio, pode ocorrer por ingestão de alimentos contaminados ex.: Carnes vermelhas, peixe, crustáceos – Mas, o principal meio de contaminação é pela ingestão de água contaminada de

poços não vistoriados, além de ser um elemento químico bastante usado nas indústrias de eletrônicos, pesticidas, clarificador de vidros, fogos de artifícios, dentre outros.<sup>[2]</sup>

O arsênio se comporta como verdadeiro veneno celular. Leva a um aumento da permeabilidade capilar, fragmentação da bainha mielínica, infiltração gordurosa do fígado.

Os sinais e sintomas de toxicidade aguda podem apresentar quadros diferente das toxicidade crônica, pois pode sofrer uma extensa metabolização após serem ingeridas.<sup>[3]</sup> Na intoxicação aguda, exerce ação, principalmente, sobre o tubo digestivo (ação direta no caso de ingestão), secundariamente, sobre o fígado, rins e músculos cardíacos. Na intoxicação crônica, atua principalmente sobre o tegumento e sobre os nervos periféricos (polineurite arsênicas) por sua afinidade com o sistema nervoso. Porém., pode provocar diversas outras patologias como: hiperpigmentação da pele, diarreias, hemorragias, anemia, dores de cabeça, dentre outros.<sup>[4]</sup>

O contato direto com esse elemento químico pode provocar o aparecimento de feridas na pele que não cicatriza, gangrena, danos aos órgãos vitais, câncer e morte. O arsênio pode ser dosado na urina, sangue e cabelos.<sup>[5]</sup>

Nesse trabalho serão apresentadas as propriedades toxicológicas do Arsênio, visando expor os riscos que ocorre pelo grau de intoxicação dada pelo contato com o elemento químico. Mostrando os danos no organismo humano.

## ARSÊNIO E SUA NATUREZA

O Arsênio é um metaloide de caráter, solido, cristalino, acinzentado, com as valências químicas e 3-, 0, 3+ e 5+, cuja forma química predomina em água e depende essencialmente do pH e do potencial do meio. A toxicidade das diversas espécies de arsênio decresce na seguinte ordem: compostos de As(3+) inorgânicos, compostos As(5+) inorgânico, composto As(3+) orgânico, Composto As(5+) orgânico, sendo o As (3+) inorgânico cerca de 60 vezes mais toxico que o As (5+) inorgânico.<sup>[6]</sup> É amplamente distribuído na crosta terrestre e está presente em mais de 200 minerais, podendo ser encontrado, principalmente, na forma natural de sulfeto, os quais são: Cobre, Chumbo, Níquel, Cobalto, Ferro, dentre outros. É utilizado na produção de ligas não-ferrosas, para fabricação de semicondutores, incluindo os de emissão de luz, lasers, circuitos integrados e células solares. Já o ácido de arsênio e o trióxido de arsênio são usados como descolorantes, clareadores e dispersante de bolhas de ar na produção de garrafas de vidro e outras vidrarias.<sup>[19]</sup>

O metabolismo de alguns seres vivos é capaz e transformar as formas inorgânicas toxicas do arsênio em compostos orgânicos, menos tóxicos, Algumas espécies de plantas e animais acumulam mais ersenio que outras. Abelhas são muito sensíveis ao variados níveis de arsênio. Elas põem acumular quantidades muito maiores de arsênio que outros insetos. Certos microorganismos, como fungos um exemplo é o *Penicillium brevicaulle*, e algumas bactérias presentes em plantas e no solo, podem reduzir o arsênio a uma forma toxica, a trimetilarsina um composto derivado do arsênio.<sup>[14]</sup>

De acordo com estudos feitos, a introdução do arsênio no meio ambiente, especialmente em sistemas aquáticos, é proveniente de varias fontes, as quais podem ser de origem natural ou antropogênica. As fontes naturais de contaminação por arsênio abrangem minerais, rochas, solos e sedimentos formados a partir dessas rochas que contem o arsênio, assim como os fenômenos geotermiais e vulcânicos. Já as fontes antropogênicas incluem as

seguintes atividades: preservação de madeira, na agricultura, em raticida de distribuição clandestina, medicações homeopáticas ou alopáticas antigas usadas no tratamento de determinadas doenças tropicais, frutas e vegetais tratados com arsenicais (Herbicidas e pesticidas), peixes e moluscos, rações para engorda de aves e outros animais, rejeitos provenientes da mineração e das atividades de refino dos metais não ferrosos e da queima de carvão com concentrações elevadas de arsênio. Sua toxicidade depende muito de sua forma química e de seu estado de oxidação.<sup>[7]</sup> O arsênio elementar não é tóxico, mas é rapidamente convertido a produtos tóxicos pelo organismo humano. A maior parte dos compostos contendo arsênio, sejam eles orgânicos ou inorgânicos, penta ou trivalentes, acabam sendo convertidos pelo organismo ao trióxido de arsênio ao qual reage rapidamente com os grupos sulfidrilas das proteínas, inibindo a ação enzimática e bloqueando a respiração celular.<sup>[7]</sup>

De acordo com o boletim técnico, a ação tóxica do arsênio no organismo humano como um inibidor da respiração celular, pois pode se observar um grande acúmulo deste composto em mitocôndrias, assim, originando o comprometimento generalizado nas funções do metabolismo das proteínas provenientes do efeito de suas propriedades químicas muito similares às do fósforo.<sup>[8]</sup> Já sua afinidade pelo enxofre, especialmente no estado pentavalente, que fazem com que o Arsênio entre sorrateiramente no organismo, confundido com o fósforo absorvido, assim, prejudica o organismo ao substituir o fósforo de forma ineficiente em alguns processos, onde ele interfere na glicólise, dificultando todo o processo ao substituir um átomo de fósforo de um metabólito importante, o 1,3-bisfosfoglicerato, fazendo com que a energia que seria transferida ao ATP seja perdida, e, principalmente por se ligar aos átomos de enxofre no centro ativo das enzimas, tornando-as inativas, inibindo também seriamente uma enzima do ciclo do ácido cítrico, uma etapa da respiração celular, a alfa cetoglutarato descarboxilase, e ao se ligar às sulfídricas de seu cofator, o ácido lipídico, bloqueando todo o processo e inclusive todas as rotas metabólicas que "pegam carona" no ciclo causando sérios prejuízos para todo o organismo, podendo levar rapidamente à morte pelo bloqueio total de várias reações importantes do metabolismo humano.<sup>[8]</sup>

O Arsênio é considerado um veneno protoplasmático que exerce sua toxicidade através da inativação de cerca de 200 enzimas, em particular, aquelas envolvidas na produção de energia celular e as relacionadas à síntese e reparo do DNA.<sup>[1]</sup>

Nos últimos anos, a ingestão do arsênio através da água, tem emergido como uma grande questão de saúde pública. O arsênio contido em corpos d'água através de depósitos naturais ou por práticas agrícolas e industriais, principalmente pela mineração, vem causando conseqüentemente uma grande exposição humana, aumentando os riscos a cânceres e inúmeros efeitos patológicos, tais como: doenças cutâneas, gastrointestinais, vasculares, diabetes, já a exposição continuada a níveis baixos de arsênio inorgânico produz neuropatia periférica. Esta neuropatia começa, usualmente, com mudanças sensoriais, como falta de sensibilidade nas mãos e pés e desenvolve para uma sensação dolorosa. Os nervos motores e sensitivos podem ser afetados, levando a uma fraqueza muscular que progride dos músculos proximais para os distais. A análise histológica revela axonopatia com desmielinização e os efeitos estão diretamente ligados à dose.<sup>[7]</sup>

A conclusão de vários estudos epidemiológicos veio a confirmar o potencial de ação cancerígena de algumas espécies de arsênio, quando presentes em concentrações elevadas no organismo.<sup>[9]</sup>

De acordo com alguns fatos históricos, é que poucas substâncias como o arsênio possui uma história médica. Seu uso e estudos vem desde a data de 400 a.C. com relatos feitos por Hipócrates, Aristóteles, Dioscórides e Plínio. Em 1786 acreditavam-se que umas gotas

diárias desse composto, aplicado em água ou vinho, bastava para remediar algumas doenças tais como: cefaleias, sífilis, dores reumáticas, epilepsia, problemas de pele, dentre muitas outras.<sup>[10]</sup> O arsênio foi um dos argentes envenenadores da idade média, e em 1822 foi feito o primeiro achado cancerígeno do arsênio, relatos revelam que:

“Napoleão Bonaparte (1769–1821) começou a tomar um antisséptico intestinal à base de calomelano (cloreto de mercúrio) à sua chegada à ilha de Santa Helena, embora o que talvez tenha posto fim à vida do imperador francês seja outro elemento da tabela periódica: o arsênio. Depois de estudar, através da espectroscopia, uma amostra do cabelo de Napoleão obtida após a sua morte, Roger Martz, químico do FBI, determinou que alguns fios conteve mais de 30 ppm de arsênio (atualmente, é considerado normal um máximo de 1 ppm). O mais estranho do caso é que Ivan Ricordel, do Laboratório da Polícia de Paris, obteve em amostras anteriores (1805, 1814, 1816...) valores que oscilavam entre 100 ppm e 5 ppm.”<sup>[11]</sup>

Na Inglaterra, no século 19, relatos como o de “*Morte nas Paredes*”, referiam-se as pessoas que desenvolveram uma compulsão por decorar suas casas com papéis de parede. Esses papéis eram coloridos com arsênio – em especial os padrões florais, em que um pigmento chamado verde-de-scheele reinava onde quer que se desenhavam folhas. Quando expostos à umidade, esses papéis de parede viravam culturas de um bolor que exalava trimetilarsina – um gás fatal. Embora não haja números exatos sobre mortes e doenças, uma nação inteira foi envenenada: estima-se que, por volta de 1860, os lares britânicos somavam 250 km<sup>2</sup> de papéis de parede com arsênio.<sup>[10]</sup>

O arsênio por sua vez foi parar nos campos de guerra sob a forma de um gás letal vesicante, lacrimante e altamente irritante para os pulmões, onde recebeu o nome de Levisita em homenagem ao químico W. Lee Lewis. Mas o temor de seu emprego durante a Segunda Guerra Mundial levou aos pesquisadores a desenvolverem um antídoto, empregados também nas intoxicações de metais como ouro, mercúrio, bismuto e antimônio.<sup>[1]</sup>

De acordo com a ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos FISPQ, o mais importante composto comercializado do arsênio é o Trióxido de Arsênio.<sup>[12]</sup> Sendo o principal composto primário do arsênio, é uma substância altamente tóxica é obtido através de processamento de minérios, seu padrão de controle é definido por normas governamentais que seguem os padrões mundiais.<sup>[13]</sup>

Segundo estudos realizados pelo médico doutor em patologia Sergio Ulhoa Dani, em 2009, o arsênio é absorvido principalmente por via oral, através da água, alimentos, objetos contaminados e pelas vias respiratórias, por resíduos contidos no ar. É considerado um veneno tanto em doses altas quanto em doses baixas. Em doses altas, a morte é imediata; em doses baixas o arsênio causa câncer e outras doenças ao longo prazo e não existe uma dose segura para a exposição, justamente por ser uma substância cancerígena. Mesmo em doses toleráveis e durante a exposição crônica e mesmo não apresentando nenhum sinal clínico de intoxicação, ainda assim, estão sujeitas ao risco de desenvolver câncer futuramente.<sup>[14]</sup>

A utilização do óxido de arsênio para o tratamento de patologias de forma inadequada pode-se considerar resultados fatais, dando a aparência de um suicídio por overdose.<sup>[3]</sup>

A dose letal média do arsênio é de 0,07 g/kg, sendo praticamente todos os compostos de arsênio tóxicos para o ser humano, uns mais do que outros. Além de tóxico, o arsênio é bioacumulativo semelhando-se a de outros elementos. Isso significa que estamos

sempre somando arsênio no organismo. Assim, podemos concluir que, o arsênio é introduzido no organismo humano – seja ele orgânico ou inorgânico – ele é rapidamente convertido a espécies altamente tóxicas, pode ser introduzido por ingestão, inalação e absorção e, em 24 horas, os compostos contendo arsênio distribuem-se em diferentes órgãos do corpo humano, exercendo ações inibidoras em relação a enzimas contendo grupos Sufidrilas, podendo inibir a síntese de ATP e afetar o metabolismo energético, glicídico e lipídico. <sup>[15]</sup>

Os sinais e sintomas clínicos iniciais da intoxicação aguda são: dor abdominal, vômito, diarreia, vermelhidão da pele, dor muscular e fraqueza. Esses efeitos frequentemente são seguidos por: dormência e formigamento das extremidades, câibras e pápula eritematosa, Estudos relatam lesões dérmicas, como hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga e pulmão, e doença vascular periférica, lesões dérmicas. <sup>[16]</sup>

Podemos afirmar que a relação do homem como o arsênio possui características especiais. Os problemas de saúde produzidos pelo metal dependem da quantidade de arsênio ingerido, da dose, frequência e tempo de absorção do mesmo, já que é excretado principalmente pelo fígado e rins. E o reconhecimento da síndrome tóxica, bem como o conhecimento das etapas básicas da abordagem de um paciente intoxicado são vitais para o sucesso do tratamento. <sup>[17]</sup>

A exposição ao arsênio sendo aguda ou crônica, sua concentração é frequentemente monitorada pela determinação de arsênio total. Concentrações entre 0,1 mg a 0,5 mg por litro de urina, indica apenas um aporte acidental não tóxico, incapaz de provocar intoxicação. Concentrações acima de 1 mg por litro de urina indicam intoxicação crônica. Na intoxicação aguda os valores encontrados são acima de 1 a 2 mg por litro de urina. Em indivíduo não exposto ao arsênio, a urina contém sempre, normalmente, baixas concentrações de arsênio, da ordem de 0,02 mg por litro, provenientes da alimentação diária, também pode ser monitorado pelo sangue e cabelos. <sup>[18]</sup>

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, água, para se tornar potável, não deve conter mais de 10 partes por bilhão em arsênio, sendo assim, em varias regiões do planeta o valor referenciado acaba sendo muito superior, tornando um problema alarmante. <sup>[10]</sup>

No entanto existe a necessidade de uma maior disseminação de técnicas para remoção do arsênio, sendo que algumas delas são de grande facilidade operacional, como o uso de microrganismos capazes de oxidar o elemento em condições de pH neutro, tais como as ferrobacterias, ou a assimilação de arsênio por algas, ou técnicas como adição de cal ou outros meios na água contaminada. Não existe tratamento eficiente para a intoxicação crônica por arsênio. A única alternativa eficiente é a inativação de fontes poluidoras da água, alimentos e da atmosfera. <sup>[6]</sup>

## CONCLUSÃO

Para a elaboração desse artigo, os dados foram obtidos com base em um referencial teórico, sobre a ação do arsênio na saúde humana e seus efeitos prejudiciais. Pode-se observar as seguintes conclusões: o arsênio é metaloide distribuído na superfície terrestre com propriedade toxica ao organismo humano, e seu grau de intoxicação está relacionado com a sua forma química e de seu estado de oxidação. A intoxicação pelo arsênio pode ser aguda ou crônica, manifestando por dores abdominais, diarreias muito frequentes e abundantes, vômitos e grande prostração. É um agente que acabam sendo convertidos pelo

organismo ao trióxido de arsênio ao qual reage muito rapidamente com os grupos sulfidrilas das proteínas, inibindo a ação enzimática e bloqueando a respiração celular.

Esse metaloide é considerado altamente tóxico de caráter bioacumulativo, acumulando-se em: cabelos, pele, unhas e em órgãos internos. É um grande inibidor celular que por sua vez pode levar rapidamente a morte pelo bloqueio das reações importantes para o metabolismo humano.

No entanto, a patogênese das neoplasias arsênicas ainda permanece obscura. Embora estudos recentes tenham sido capazes de detectar defeitos no DNA em indivíduos expostos ao arsênio. <sup>[1]</sup>

No entanto podemos concluir com base nos dados apresentados nesse trabalho que é necessário o desenvolvimento de técnicas e estudos mais aprofundados sobre o problema ligando diretamente a intoxicação por arsênio, para uma melhor compreensão dos prejuízos causados na população exposta ao elemento.

Não existe tratamento eficiente para a intoxicação crônica por arsênio. A única alternativa eficiente é a inativação de fontes poluidoras da água, alimentos e da atmosfera. <sup>[19]</sup>

## REFERENCIAS

1. GONTIJO, B.; BITTENCOURT, F. *Arsênio – Uma revisão histórica*. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, V. 80 n, 2, out., 2005.
2. BARRA, C.M.; SANTELLI, R. E.; ABRAO, J.J.; GUARDIA, M. L. *Especiação de Arsênio – Uma Revisão*. **Química Nova**, v. 1 p. 23, 2000.
- 3.20. MUSTRA, C. J. G. **Aplicação da técnica de espectrofotometria de absorção atômica na análise de metais e metaloides em amostras biológicas**, 2009. Dissertação (Mestrado em medicina legal e ciências forenses) – Universidade de Lisboa. Lisboa.
4. BORBA, R.P.; FIGUEIREDO, B.R.; CAVALVANTI, J. A. Arsênio na água subterrânea em Ouro Preto e Mariana, **Quadrilátero ferrífero** (MG). Minas Ouro Preto. V. 1 p. 45-51, Jan/marc., 2004.
5. BRASIL ESCOLA. Arsênio. 2015. Disponível em: < <http://www.brasilecola.com/quimica/arsenio.htm> > Acesso em 01 jan. 2015.
6. RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Artigo de revisão – Efeitos da Exposição ao Arsênio na Saúde Humana. Minas Gerais, **Ver. Saúde**. 2008. Disponível em: < <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&ved=0CEcQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.uesb.br%2Frevista%2Fpsc%2Fv4%2Fv4n2a06.pdf&ei=Yr7fUpY0NpbKsQT6rYDICg&usq=AFQjCNG24z0nOzNNsD-nOGwDXGJOM1Encw> > Acesso em: 17 jan., 2014.
7. PATACA, L. C. M.; BORTOLETO, G. G.; BUENO, M. I. M. S. *Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescências de raios-X por energia dispersiva*. **Quim. Nova**. Vol. 28. Nov. 4 pag. 579-582. 2005.
8. BORGES, E.L.; Toxicologia no Ambiente de Trabalho – Arsênio e Compostos, Ed., nº1, 2009. Disponível em : < BOLETIM TÉCNICO - ARSÊNIO E COMPOSTOS

(<http://www.sssh.com.br/portalshartigos/BOLETIM%20T%C3%89CNICO%20-%20ARS%C3%8ANIO%20E%20COMPOSTOS.pdf>) > Acesso em: 17 jan., 2014.

9. CUNHA, P. D. R; DUARTE, A. A. L. S. *Remoção de arsênio em águas para consumo humano*. Braga: Associação Portuguesa de Engenharia Ambiental (APESB). 2008. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1822/18504> > Acessado em: 27 jan. 2014.

10. ANDRÉ, J. P.; *O verde não era esperança*. Abril, Braga, 2012. Disponível em: < <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/22040> >. Acesso em: 26 jan. 2014.

11. SUPER INTERESSANTE. Venenos para dar e vender. 2010. Disponível em : <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=26&cad=rja&ved=0CEgQFjAFOBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.superinteressante.pt%2Findex.php%3Fopton%3Dcom\\_content%26id%3D364%3Avenenos-para-dar-e-vender%26Itemid%3D77&ei=S67mUrPBIcKmkQee\\_oHABg&usg=AFQjCNFs1iurcsob-Fmtt\\_3K0G5dwVm3sQ](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=26&cad=rja&ved=0CEgQFjAFOBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.superinteressante.pt%2Findex.php%3Fopton%3Dcom_content%26id%3D364%3Avenenos-para-dar-e-vender%26Itemid%3D77&ei=S67mUrPBIcKmkQee_oHABg&usg=AFQjCNFs1iurcsob-Fmtt_3K0G5dwVm3sQ) >. Acesso em: 26 jan. 2014.

12. FISPQ. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ. 2007. Disponível em: < [https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&ved=0CGMQFjAL&url=http%3A%2F%2Fwww.brquim.com.br%2Ffispq%2F11430.pdf&ei=yD7dUpSkCI7okAeexYcGcG&usg=AFQjCNFWz\\_TcmfOo5ZFdgq\\_B98O23ruJjg](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&ved=0CGMQFjAL&url=http%3A%2F%2Fwww.brquim.com.br%2Ffispq%2F11430.pdf&ei=yD7dUpSkCI7okAeexYcGcG&usg=AFQjCNFWz_TcmfOo5ZFdgq_B98O23ruJjg) > Acesso em 20 jan. 2014.

13. SCARPELLI, W; *Arsênio do minério de manganês de serra do navio*. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/pgagemtrabtec.pdf> > ([http://200.20.105.7/cyted-xiii/Publicaciones/Outros\\_Artigos/Scarpelli\\_ArsenioemMinerioManganes.pdf](http://200.20.105.7/cyted-xiii/Publicaciones/Outros_Artigos/Scarpelli_ArsenioemMinerioManganes.pdf)) >. Acessado em: 26 jan. 201

14. DANI, ULHOA. *Quando, como e por que o arsênio acumula no organismo e causa doenças e morte*. 2009. Disponível em: < <http://alertaparacatu.blogspot.com.br/2009/07/quando-como-e-por-que-o-arsenio-acumula.html> > Acessado em 26 de Jan. 2015.

15. SANTOS, E. C. O; JESUS, I. M; BRABO, E. S; FAYAL, K. F; FILHO, G. C. S; LIMA, M. O; MIRANDA, A. M. M; MASCARENHAS, A. S; SÁ, L. L. C; SILVA, A. P; CÂMARA, V. M; *Exposição ao mercúrio e ao arsênio em estados da Amazônia*: Síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas. FUNASA; 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.org/pdf/rbepid/v6n2/10.pdf> >. Acessado em : 26 jan. 2014

16. CETESB. Ficha de informação Toxicológica. 2012. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/Arsenio.pdf> >

17. SCHVARTSMAN, C; SCHVARTSMAN S.; Intoxicações Exogenas Agudas. **Jornal Pediatria**. Vol. 75, Supl. 2, p. 44-250. 1999. Disponível em: <http://www.jped.com.br/conteudo/99-75-S244/port.pdf> > acessado em: 28 jan. 2014.

18. BARRA, C. M; SANTELLI, R. E; ABRAAO. J. J; GUARDIA, M.L; *Especiação de Arsênio – Uma Revisão*. **Química Nova**. N.23, p. 58-68. 1999.

19. SOUZA, E. A.; *Potencial de cianobactérias para a biorremediação de água e solos contaminados por arsênio*. Viçosa. UFV, 2007. Disponível em: <

[http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde\\_arquivos/33/TDE-2009-01-28T083431Z-1504/Publico/texto%20completo.pdf](http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/33/TDE-2009-01-28T083431Z-1504/Publico/texto%20completo.pdf) >. Acesso em: 26 jan. 2014.