

Análise de elementos químicos em cabelos humanos nos agricultores do assentamento Natuba – Vitória de Santo Antão/PE

Analysis of chemical elements in human hair in farmers in the Natuba settlement - Vitória de Santo Antão / PE

DOI:10.34117/bjdv7n7-043

Recebimento dos originais: 16/06/2021

Aceitação para publicação: 04/07/2021

Thyeli Ellen dos Santos Moreno

Enfermeira pela Universidade Federal de Pernambuco/Centro Acadêmico de Vitória

Endereço: Rua Lupércio Miranda, 25, Curado – Recife, Pernambuco, 50940-450

E-mail: thyeli.santos@outlook.com

Mariana Luiza de Oliveira Santos

Mestre e Doutora em Tecnologias Energéticas e Nucleares do Departamento de Energia Nuclear da UFPE

Endereço: Rua Professor Henrique de Lucena, 122, Jardim São Paulo – Recife, Pernambuco, 50420-200

E-mail: marianasantos_ufpe@hotmail.com

Glauce Kelly Santos Silva

Enfermeira pela Universidade Federal de Pernambuco/Centro Acadêmico de Vitória

Endereço: Rua Vertentes, 54, Arthur Lundgren – Paulista, Pernambuco, 53417-110

E-mail: glauce.kelly@ufpe.br

Marcelo da Rocha Leão de Magalhães

Mestre e Doutor em Tecnologias Energéticas e Nucleares do Departamento de Energia Nuclear da UFPE

Endereço: Rua Major Armando de Souza Melo, 207, Boa viagem – Recife, Pernambuco, 51030-040

E-mail: marcelo_rlm@hotmail.com

Ezequiel Moura dos Santos

Enfermeiro residente em Saúde da Família pela secretaria de saúde de Jaboatão dos Guararapes

Endereço: Rua B, 19, Ilha Joana Bezerra– Recife, Pernambuco, 50080-104

E-mail: ezequiel.moura@ufpe.br

Johnson Kleber da Silva

Biomédico pela Faculdade Maurício de Nassau e especialista em Saúde Pública pela Universidade de Pernambuco

Endereço: Rua João Luiz de Melo, 2110, Tancredo Neves– Serra Talhada, Pernambuco, 56909-205

E-mail: johnson_kleber@hotmail.com

Adriano Silva Lins

Farmacêutico pela Faculdade Maurício de Nassau e especialista em Farmácia Clínica com ênfase em prescrição farmacêutica pelo Instituto de ciência, tecnologia e qualidade

Endereço: Rua sesquicentenário, 445, Centro- Ribeirão, Pernambuco, 55520-000

E-mail: adrianolins7@hotmail.com

Viviane de Araújo Gouveia

Doutora pelo Programa de Pós-graduação em Inovação Terapêutica pela Universidade Federal de Pernambuco. Docente do Núcleo de Enfermagem da UFPE/CAV

Endereço: Rua Alto do reservatório, s/n, Bela vista- Vitória de Santo Antão,

Pernambuco, 55608-680

E-mail: vivi_gouveia@yahoo.com.br

Maria Conceição Cavalcanti de Lira

Doutora pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Pernambuco. Docente do Núcleo de Enfermagem da UFPE/CAV

Endereço: Rua Alto do reservatório, s/n, Bela vista- Vitória de Santo Antão,

Pernambuco, 55608-680

E-mail: noronhaelira@hotmail.com

RESUMO

Os assentamentos agrícolas desempenham um papel social de extrema importância. Contudo, devido à falta de procedimentos adequados para a prática das atividades agrícolas, estas podem contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas nos agricultores, assim como para os impactos ambientais provenientes do uso indiscriminado de fertilizantes químicos e pesticidas. Objetivo: Analisar elementos químicos por meio das técnicas analíticas GFAAS e ICPMS em cabelos humanos dos agricultores do Assentamento Natuba, Vitória de Santo Antão, PE, visando avaliar a relação entre esses e possíveis danos à saúde do agricultor. Método: A pesquisa foi desenvolvida no Assentamento Natuba, em Vitória de Santo Antão, Pernambuco, com 11 agricultores, sendo coletadas amostras de cabelos para quantificação de elementos químicos traços. As amostras foram limpas e submetidas a tratamento químico para serem analisadas pelas técnicas de GFAAS e ICP-MS. Os agricultores selecionados foram os que apresentaram quadros clínicos com impacto na atividade laboral. Resultados: Por meio da técnica GFAAS obteve-se quantificações dos elementos químicos As (de 0,0 a 1,9 mg kg⁻¹) e Cr (de 0,0 a 1,0 mg kg⁻¹), por meio do ICP-MS quantificou-se os elementos químicos Cd (variou de 0,03 a 1,01 mg kg⁻¹) e Sb (variou de 0,32 a 1,8 mg kg⁻¹). Conclusões: As atividades agrícolas apresentam diversos riscos a trabalhadores rurais que usam pesticidas e fertilizantes químicos. Riscos que não são notados pelos próprios trabalhadores, afetando sua saúde e bem-estar corporal, existe uma concentração considerável dos elementos químicos As, Cd, Cr e Sb nos cabelos dos agricultores e que podem estar relacionados a doenças e ao tempo nesta atividade laboral.

Palavras-Chaves: Agricultura, Cabelo Humano, Elementos químicos, Saúde Humana.

ABSTRACT

Agricultural settlements play an extremely important social role. However, due to the lack of adequate procedures for the practice of agricultural activities, these can contribute to the development of chronic diseases in farmers, as well as to the environmental impacts arising from the indiscriminate use of chemical fertilizers and pesticides. Objective: To analyze chemical elements through the analytical techniques GFAAS and ICPMS in human hair of farmers in the Natuba settlement, Vitória de Santo Antão, PE, in order to assess the relationship between these and possible damage to the health of the farmer. Method: The research was developed at the Natuba Settlement, in Vitória de Santo Antão, Pernambuco, with 11 farmers, with hair samples being collected to quantify trace chemical elements. The samples were cleaned and subjected to chemical treatment to be analyzed by the techniques of GFAAS and ICP-MS. The selected farmers were those who presented clinical conditions with an impact on labor activity. Results: Through the GFAAS technique, quantification of the chemical elements As (from 0.0 to 1.9 mg kg⁻¹) and Cr (from 0.0 to 1.0 mg kg⁻¹) was obtained through the ICP-MS the chemical elements Cd (ranging from 0.03 to 1.01 mg kg⁻¹ and Sb (ranging from 0.32 to 1.8 mg kg⁻¹) were quantified. Conclusions: Agricultural activities present several risks to rural workers that use chemical pesticides and fertilizers. Risks that are not noticed by the workers themselves, affecting their health and body well-being and that there is a considerable concentration of chemical elements As, Cd, Cr and Sb in the hair of farmers and that may be related to diseases and time in this work activity.

keywords: Agriculture, Human hair, Chemical elements, Human health.

1 INTRODUÇÃO

A determinação de elementos químicos em tecidos biológicos tem sido utilizada, devido sua presença nos organismos vivos e o aperfeiçoamento de técnicas analíticas que conseguem detectá-los em concentrações mínimas, sendo a quantificação de elementos químicos em fluidos humanos, como sangue e urina, essenciais para rastreamento de contaminação por elementos tóxicos ¹⁻².

Agricultores em suas atividades rurais são expostos à agentes tóxicos como poeira orgânica contendo microorganismos, microtoxinas, alérgenos e gases de decomposição. O trabalhador rural é exposto à poeira inorgânica, uma vez que, a terra ressuspensa contém porções de minerais da crosta terrestre ³.

Boa parte dos solos usados no plantio possuem uma proporção considerável de sílica cristalina (quartzo) e silicatos minerais, com quantidades variáveis de outros minerais, de acordo com a geologia local. Os solos também possuem poeira de minerais dos aditivos químicos utilizados na agricultura e no tratamento de animais ⁴.

Os primeiros elementos químicos analisados em amostras de cabelos foram tálio, arsênio, chumbo e mercúrio. No ano de 1858, foram quantificados níveis de arsênio em

cadáveres exumados, sepultados há 11 anos ⁵. Com o avanço no desenvolvimento das tecnologias analíticas, permitiu-se a determinação também de substâncias orgânicas em cabelos. Quando em 1979, foi determinada por rádio-imuno-ensaio, a concentração de heroína presente no cabelo de consumidores deste opiáceo. E em 1980, foi realizada a primeira detecção cromatográfica de opióides e observada a correlação entre a concentração desta substância ao longo da fibra capilar e o seu tempo de ingestão ⁵.

O cabelo é uma fibra formada por células queratinizadas, constituídas por três partes, sendo, cutícula (camada mais externa sujeita a agressões), córtex (considerada principal estrutura capilar), e a medula, (pode estar ausente). Originam-se nos folículos pilosos que se localizam 3 a 5 mm abaixo da superfície da pele ^{6,7}.

A fibra expelida pela pele é chamada de haste e a parte interna, de raiz, a qual nasce a partir de uma expansão arredondada do folículo, o bulbo piloso, que tem sua base na papila dérmica. Ao redor, situa-se um sistema capilar sanguíneo com a função de fornecer o material metabólico suficiente para o crescimento do cabelo ⁶.

A fibra capilar apresenta capacidade de armazenamento de substâncias químicas por um período de tempo relativamente longo, permitindo uma investigação retrospectiva de abuso crônico de drogas e contaminação de elementos químicos, que possibilita identificar uma exposição de curto ou longo prazo, além de ser uma matriz biológica estável, fácil de recolher, transportar e armazenar ^{8,9}. Esta matriz é obrigatória em muitas áreas da investigação toxicológica como, por exemplo, em casos de exposição ocupacional a elementos químicos ¹⁰.

Pesquisas na área ambiental associadas à saúde humana são essenciais para contribuir na identificação das fontes de elementos químicos contaminantes por meio da análise de matrizes biológicas, como cabelo, além de permitir uma avaliação mais completa dessas fontes e sua contribuição para a saúde do trabalhador rural. Diante do exposto, objetivou-se analisar elementos químicos por meio das técnicas analíticas GFAAS e ICPMS em cabelos humanos dos agricultores do Assentamento Natuba, Vitória de Santo Antão, PE.

2 METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado em Natuba, localizada no município de Vitória de Santo Antão que originalmente era coberta pela Floresta Tropical Úmida Atlântica, típica da Zona da Mata de Pernambuco. O assentamento está localizado na Zona da Mata de

Pernambuco com coordenadas geográficas de 08°07'05" S de latitude e 35°17'29" W de longitude, distando 45 km de Recife. O clima da região é tropical com chuvas antecipadas de outono, apresentando precipitação média anual de 1.000 mm que se concentra no período de março a julho (outono-inverno) com temperatura média anual de 23,8°C variando entre a mínima de 19,3°C e a máxima de 30,9 °C ¹¹.

A Bacia Hidrográfica do Rio Natuba é caracterizada por área de drenagem de aproximadamente 39 km² (3.874,08 ha), que correspondem a 8,23 % da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá. O seu curso principal tem extensão de 17,5 km. Possui um afluente na sua margem esquerda com comprimento de aproximadamente 1,6 km e 24 afluentes na margem direita, que totalizam 39,6 km de cursos d'água ¹². Esse trabalho foi desenvolvido no Assentamento Agrícola Natuba, localizado no município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil.

Amostragem e preparação de amostras

As amostras de cabelo foram coletadas em agricultores do assentamento de Natuba, na região occipital. Foram coletados segmentos de cabelo entre 0-10 mm de distância do couro cabeludo, utilizando-se de tesoura de titânio e luvas ¹³. Após a coleta, foram acondicionados em pequenos sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Preparação de Amostras Biológicas no Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste - CRCN-NE, onde as porções de cabelos foram cortadas com tesoura de titânio e colocadas em tubos Falcon de 100 mL para serem lavados, a fim de remover poeiras e materiais particulados presentes no ambiente.

A lavagem dos cabelos foi realizada com auxílio de acetona em centrífuga modelo QUIMIS® com rotação de 1500 rpm por três vezes, seguida da lavagem com água purificada (Milli-Q; resistividade maior que 18,2 MΩ.cm à 25 °C). Posterior à lavagem, as amostras de cabelo foram secas em estufa de circulação forçada à 40 °C.

Para coleta de dados sociodemográficos foi aplicado um questionário. O trabalho teve aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Otávio de Freitas da Secretaria Estadual de Saúde/SES por meio do CAAE: 37093114.8.0000.5200, nº do parecer: 821.552, a pesquisa foi conduzida dentro dos padrões exigidos pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde - CNS N°466/12, que trata da ética em pesquisa com seres humanos. Os dados oriundos do estudo foram armazenados em computador no Centro Acadêmico de Vitória da UFPE, sob a responsabilidade do orientador, por um período de cinco anos após a divulgação dos resultados.

Foram selecionados agricultores de ambos os sexos com idade superior a 18 anos, e com tempo de atividade agrícola superior a 5 anos que concordaram em participar da pesquisa por meio de assinatura no Termo e Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Os agricultores foram inquiridos previamente, quanto a sua cooperação no estudo e informados sobre as questões éticas, se firmado, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram realizadas avaliações dentro das entrevistas.

Análise química

Porções-teste das amostras de cabelos de 0,1 g foram pesadas em balança analítica modelo Denver 4000 e tratadas quimicamente para análise em Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) e em Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (GFAAS).

Foram utilizadas porções-teste dos materiais de referência IAEA 085 “Human Hair” e IAEA 086 “Human Hair (Methyl Mercury)” para a garantia da qualidade procedimento analítico. Branco analítico, contendo somente os reagentes, também foi analisado com as amostras. Todas as amostras, materiais de referência e brancos analíticos foram direcionados para as análises químicas por ICP-MS e GFAAS.

ICP-MS

Para Espectrometria de Massa Indutivamente Acoplada, a análise química foi realizada por meio do equipamento NexION 300D da PerkinElmer, instalado no Serviço de Análises Ambientais (SEAMB) do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE).

Para realização da análise foi empregada uma solução de 1 µg L⁻¹ de berílio, cério, ferro, índio, lítio, magnésio, chumbo e urânio para configuração do equipamento, referente aos seguintes parâmetros: potência, fluxo do gás de nebulização, do gás auxiliar e do gás refringente, temperatura de resfriamento e de aquecimento, potencial de viés do quadrupolo, voltagem do multiplicador, fluxo do gás hélio e o tempo de retenção. Juntamente a esse procedimento, o aparelho verifica a razão CeO/Ce, que deve atingir um valor até 2,5% para garantia da operacionalidade do sistema de quantificação.

GFAAS

Para Espectrometria de Absorção Atômica por Forno de Grafite, as concentrações dos elementos químicos foram determinadas por meio do espectrômetro Varian AAS 240 ZEEMAN com forno de grafite GTA 110. Antes da realização das

análises, foram realizadas curvas de calibração com a utilização de soluções-padrão (Merck) de concentrações conhecidas para cada elemento químico a ser analisado. O sistema foi otimizado com relação ao ganho das lâmpadas de cátodo oco e à condição do tubo de grafite, assim como para a utilização de modificadores de matriz. Todas as medições foram baseadas em valores de absorvância integrada. O gás de arraste e proteção utilizado foi argônio analítico 5.0.

Análise estatística

Para a descrição das variáveis estudadas e comparação com valores de referência foi empregada estatística descritiva a partir dos cálculos de média, desvio padrão e coeficiente de variação. A análise dos resultados foi realizada com auxílio do Programa STATISTICA (Versão 2011).

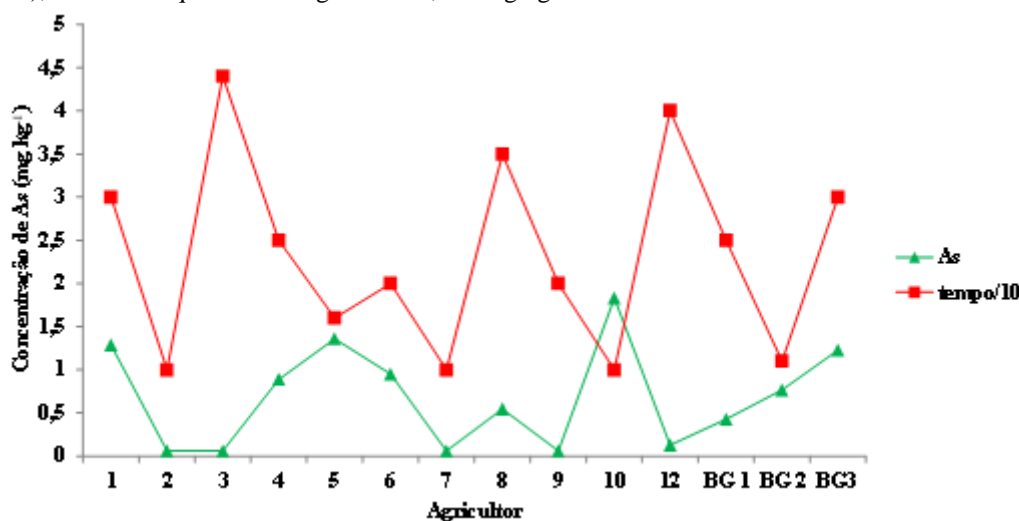
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Monitoração humana com base na quantificação de elementos químicos na matriz cabelo

Os valores de arsênio, antimônio, cádmio e cromo nos materiais de referência utilizados estiveram dentro dos valores considerados adequados para o número E_n em nível de 95% de confiança, garantindo a qualidade do procedimento analítico.

Nas Figuras 1 e 2 estão representadas as concentrações de arsênio (As) e cromo (Cr) detectadas pela técnica GFAAS.

Figura 1 – Concentrações de As encontradas nos cabelos dos agricultores avaliados e background (BG), indivíduos que não são agricultores, em mg kg^{-1} .



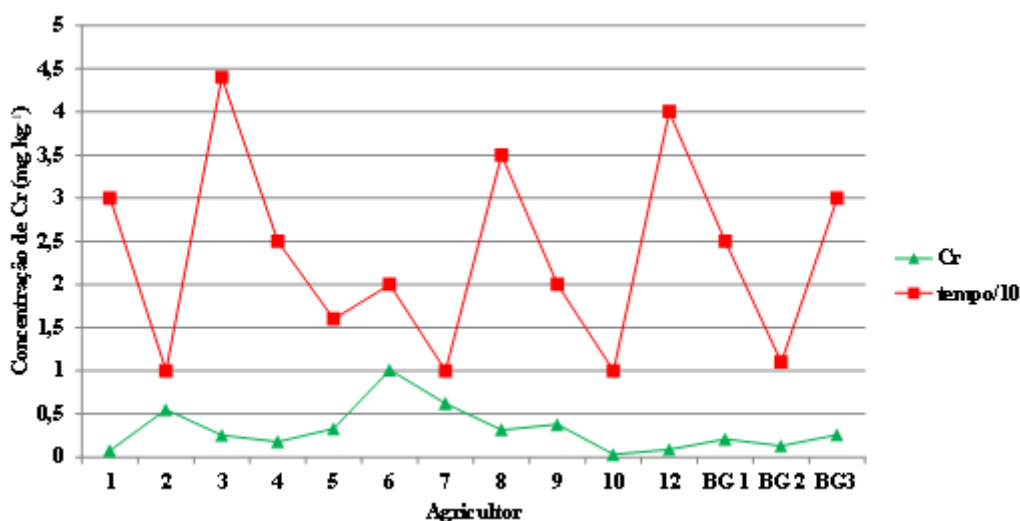
Fonte: Autora.

A Figura 1 demonstra que as amostras de cabelo que correspondem ao agricultor de número 5 ($1,35 \text{ mg kg}^{-1}$) e 10 ($1,9 \text{ mg kg}^{-1}$) apresentaram-se maiores que o BG, os quais são compostos por indivíduos que não são trabalhadores rurais. Fait et al.¹⁴ relatam que o homem está exposto ao As principalmente por via ambiental (contaminação atmosférica e hídrica) ou alimentar, pois grandes quantidades deste elemento químico são introduzidas no ambiente por meio de atividades industriais e agrícolas, como a utilização de herbicida e inseticidas, por exemplo. Pode-se notar que a concentração de arsênio não apresenta relação direta com o tempo em que o indivíduo exerce a atividade laboral, corroborando a hipótese apresentada.

Os sinais e sintomas causados pelo arsênio diferem entre indivíduos, grupos populacionais e áreas geográficas, podendo variar desde lesões de pele, problemas respiratórios, doenças cardiovasculares e distúrbios neurológicos até vários tipos de câncer, como relata Hubaux¹⁵, sendo as medições de concentrações de arsênio em urina, sangue, cabelo e unha podem ser usadas como indicadores de contaminação humana.

No estudo de Santos et al.¹⁶ na comunidade agrícola de Elesbão na Amazônia, foi realizada investigação clínica e laboratorial para exposição continuada ao arsênio, priorizando a monitoração das funções hepáticas e renal, como também problemas dermatológicos, por serem as primeiras manifestações clínicas. Atenção especial foi dada para a ocorrência de neoplasias na comunidade. Entretanto, não foi constatada durante a análise dos dados clínicos e laboratoriais, relação entre as patologias encontradas e a exposição ao arsênio.

Figura 2 – Concentrações de Cr encontradas nos cabelos dos agricultores avaliados em background (BG) em mg kg^{-1} .



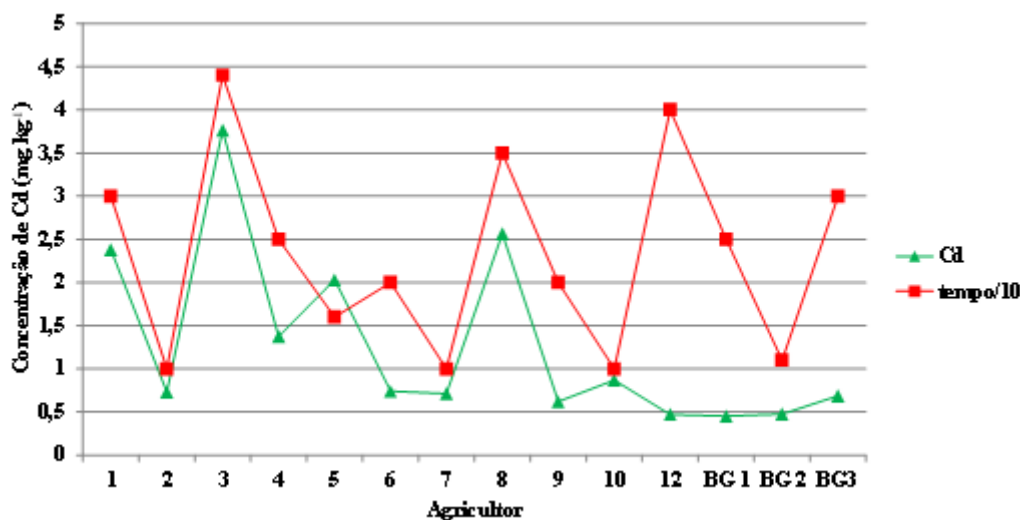
Fonte: Autora.

De acordo com a Figura 2, as concentrações de Cr mostraram-se mais elevadas nas amostras de cabelo dos agricultores correspondentes aos números 2, 6 e 7, com 0,50; 1,0 e 0,60 mg kg⁻¹, respectivamente, sendo a maioria das amostras com concentrações superiores ao BG. Não foram observadas relações entre as concentrações de cromo e o tempo laboral dos agricultores, desse modo tem-se indícios de que apesar de estarem em sua maioria maior que o BG, pode-se não ter ligação direta com o tempo de exposição na atividade laboral.

De acordo com VIA ¹⁷, paciente com Diabetes Melitus – DM, apresentou menor quantidade de cromo corporal e maior necessidade deste elemento químico. Cromo exerce um papel importante no metabolismo da glicose, assim uma dieta deficiente desse mineral pode contribuir para desencadear e/ou agravar a doenças crônicas tipo Diabetes. Indivíduos portadores de doenças crônicas tipo Diabetes têm concentrações séricas de Cr significativamente menores que em pessoas saudáveis.

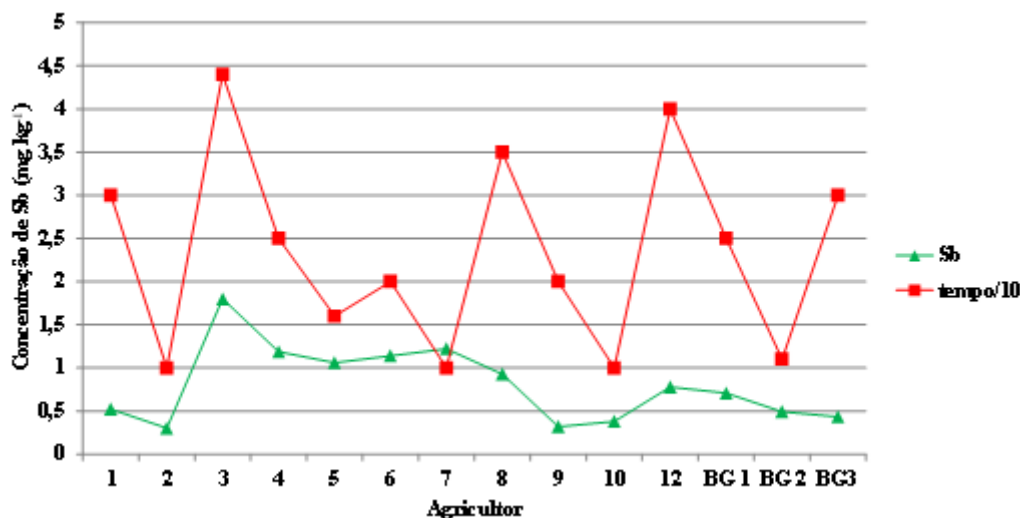
Nas Figuras 3 e 4 estão representadas as concentrações de cádmio Cd e antimônio Sb determinadas pela técnica ICP-MS.

Figura 3 – Concentrações de Cd encontradas nos cabelos dos agricultores avaliados e background (BG) em mg kg⁻¹.



Fonte: Autora.

Figura 4 – Concentrações de Sb encontradas nos cabelos dos agricultores avaliados e background (BG) em mg kg^{-1} .



Fonte: Autora.

De acordo com o apresentado nas figuras 3 e 4, há indícios para dizer que a quantidade de anos trabalhados contribuiu para o incremento das concentrações de Cd e Sb nos cabelos dos agricultores. Segundo Lakind¹⁸, a quantificação de cádmio em cabelo é o indicador mais confiável de acumulação tecidual em qualquer parte do organismo, sendo o tempo de meia-vida no organismo de um a três anos, o que o torna tóxico, em face de sua acumulação. Por isso, é provável que os agricultores de Natuba estejam sofrendo com a contaminação da água e do solo por Cd.

De acordo com a Figura 3, as concentrações de cabelo determinadas nos agricultores avaliados apresentaram-se em sua maioria acima do BG. A concentração mais elevada foi encontrada na amostra de cabelo do agricultor de número 3 com $1,7 \text{ mg kg}^{-1}$. A maioria dos investigados neste estudo apresentaram faixa etária entre 22 e 45 anos (80,4%), em que analisando o resultado encontrado com os estudos de Hall¹⁹, a idade é um fator importante que interfere na força muscular de um trabalhador. Trabalhadores com idade entre 25 e 35 anos encontram-se no auge da força muscular e das suas capacidades laborativas, sendo conduzidos para atividades de maior esforço muscular.

Segundo Rath *et al.*²⁰, as informações sobre a toxicidade do antimônio são limitadas e seu comportamento toxicológico e fisiológico dependem do estado de oxidação dos seus compostos. Apresenta tempo de meia vida biológica relativamente curta em mamíferos, quando inalados permanecem 94 horas no organismo e quando ingeridos são excretados pelos rins nas primeiras 48 horas²¹. Ainda, de acordo com Boech *et al.*²², não existe comprovação do efeito do antimônio em humanos, corroborando com

a possível correlação negativa deste elemento com fator de doença. No ambiente, a presença de Sb pode estar associada a atividades antrópicas e naturais ²³.

4 CONCLUSÃO

A introdução de discussões oriundas da área ambiental no campo da saúde pode ser indutora de mudanças estruturais nas tecnologias produtivas, ou de comando-controle para situações, em que a saúde pública reconheça a existência de riscos mais graves para a população. Neste último caso, o acompanhamento das matrizes humanas e ambientais foi determinante para a pesquisa científica. As correlações encontradas entre fatores de saúde humana e biomonitoração humana foram bastante enriquecedoras para a definição da importância dos estudos envolvendo elementos químicos como Cd e Sb. Para atingir o desenvolvimento sustentável, é evidente a necessidade de garantia da qualidade ambiental e da saúde humana dos agricultores familiares de assentamentos como o de Natuba.

REFERÊNCIAS

1. PRIYA, M. D. L.; GEETHA, A. Level of trace elements (copper, zinc, magnesium and selenium) and toxic (lead and mercury) in the hair and nail of children with autism. *Biological Trace Element Research*, v. 142, p. 148- 158, 2011.
2. GRASSIN-DELYLE S, MARTIN M, HAMZAOU O, et al. A high-resolution ICP-MS method for the determination of 38 inorganic elements in human whole blood, urine, hair and tissues after microwave digestion. *Talanta*. 2019;199:228-237. doi:10.1016/j.talanta.2019.02.068.
3. FARIA, N.M.X; FACCHINI, A.L; FASSAI A.G; TOMASI, E. Trabalho rural, exposição a poeiras e sintomas respiratórios entre agricultores. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 40, n. 5, pág. 827-836, outubro de 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489102006000600012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 27 de março de 2021. Epub 01 de setembro de 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102006005000006>.
4. KHAN, K.; LU, Y.; KHAN, H.; ISHTIAQ, M.; KHAN, S. Heavy metals in agricultural soils and crops and heir health risks in Swat District, northern Pakistan. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 73, p. 1820-1827, 2013.
5. LIMA, E.; SILVA, C. Cabelo como Matriz Analítica Alternativa para a determinação de drogas de abuso. *NewsLab*, v. 82, p. 156-168, 2007.
6. WOLOWIEC, P. Hair analysis in health assessment. *Clinica Chimica Acta*, v. 419, p. 139 – 171, 2013.
7. ZAMIL, 2021. Pele e Anexos. Universidade Federal de Alfenas, São Paulo. < <https://www.unifal-mg.edu.br/histologiainterativa/pele-e-anexos/>>, Acesso dia 06 de Outubro de 2021.
8. KEMPSON, I.; LOMBI, E. Hair analysis as biomotor for toxicology, disease and health status. *The Royal Society of Chemistry*, v. 40, p. 3915-3940, 2011.
9. IZYDORCZYK G, MIRONIUK M, BAŚLADYŃSKA S, MIKULEWICZ M, CHOJNACKA K. Hair mineral analysis in the population of students living in the Lower Silesia region (Poland) in 2019: Comparison with biomonitoring study in 2009 and literature data. *Pesquisa Ambiental*. Nov 2020: 110441. DOI: 10.1016 / j.envres.2020.110441.
10. PRAGST, F.; BALIKOVA, M. A. State of the art in hair analysis for detection of drug and alcohol abuse. *Clinica Chimica Acta*, v. 370, p. 17-49, 2006.
11. BRANDÃO, S. V. Arranjo produtivo agrícola em natuba - Vitória de Santo Antão/PE: análise de potencialidades e fatores de risco para a sustentabilidade do desenvolvimento local. 2013. Dissertação: Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável, Universidade de Pernambuco, Recife.

12. SOUZA, S. F.; ARAÚJO, M. S. B.; SILVA, C. E. M. S. Caracterização fisiográfica da sub-bacia do rio Natuba-PE. *Revista Brasileira de Geografia física*, v. 1, 2008.
13. MOHAMMED, N.; K.; MIZERA, J.; SPYROU, N. M. Elemental Contents in hair of children in Tanzania as bio-indicator of the nutritional status. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v. 26, n. 1, p. 125-128, 2007.
14. FAIT, A.; ANGELOVICI, R.; LESS, H.; OHAD, I.; URBANCZYK-WOCHNIAK, E.; FERNIE, A. R.; GALILI, G. Arabidopsis seed development and germination is associated with temporally distinct metabolic switches. *Plant Physiol* 142 839–854, 2006.
15. HUBAUX, R. Epigenetic Therapy of Lung Cancers: Anti-tumoral effect of valproate on small cell lung cancer. Tese (Doutorado). *Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique*, Université de Liège. Gembloux, Belgique, 2011, 112p.
16. SANTOS, L. L.; LACERDA, J. J. J.; ZINN, Y. L. Participação de substâncias húmicas em solos brasileiros. *R. Bras. Ci. Solo*, 37:955-968, 2013.
17. VIA, M. A.; MECHANICK, J. I. Nutrition in Type 2 Diabetes and the Metabolic Syndrome. *Med clin North Am.*, v. 100, p. 1285 – 1302, 2016.
18. LAKIND, J. S.; NAIMAN, D. Q. Daily intake of bisphenol A and potential sources of exposure: 2005-2006 National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, v. 21, p. 272-279, 2011.
19. HALL, S. J. *Biomecânica Básica*. Tradução: Giuseppe Taranto. 4^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2009.
20. RATH, S.; JARDIM, W. F.; DÓREA, J. G.; FRESENIUS, J. *Anal. Chem.* 1997, 358, 548.
21. GEBEL, T.; *Chem.-Biol. Interact.* 2017, 107, 131.
22. BOECH, C. L.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C.; STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M.; BRITO, M. Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with fermented Bokashi compost. *Acta Sci. Agron*, v. 35, p. 257-264, 2013.
23. KRACHLER, M.; EMONS, H. Atmospheric deposition of V, Cr, and Ni since the Late Glacial: effects of climatic cycles, human impacts, and comparison with crustal abundances. *J. Anal. At. Spectrom.* 2015, 16, 20.