

PROD. TEC. ITV DS - N039/2020 DOI 10.29223/PROD.TEC.ITV.DS.2020.39.Deus

## RELATÓRIO TÉCNICO ITV DS

## GEOQUÍMICA DO MERCÚRIO NO CENÁRIO AMAZÔNICO COM ÊNFASE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAÍUNAS

# PROJETO BACKGROUND GEOQUÍMICO (RELATÓRIO FINAL)

Autoria: Simonny do C. Simões Rolo de Deus Roberto Dall'Agnol José Oswaldo de Siqueira

Belém / PA Junho / 2020

Título: Geoquímica do mercúrio no cenário amazônico com ênfase na bacia	
hidrográfica do rio Itacaíunas.	
PROD. TEC. ITV DS - N039/2020	Revisão
Classificação: (x) Confidencial () Restrita () Uso Interno () Pública	00

**Informações Confidenciais** - Informações estratégicas para o Instituto e sua Mantenedora. Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da Informação.

**Informações Restritas** - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de empregados que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

**Informações de Uso Interno -** São informações destinadas à utilização interna por empregados e prestadores de serviço

**Informações Públicas -** Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais corporativos apropriados

#### Autoria

Simonny do C. Simões Rolo de Deus; Roberto Dall'Agnol; José Oswaldo de Siqueira

#### Colaboração

Rômulo Simões Angelica; Prafulla Kumar Sahoo; Silvio Ramos

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D486 Deus, Simonny do C. Simões Rolo de

Geoquímica do mercúrio no cenário amazônico comênfase na bacia hidrográfica do rio Itacaíunas. / Simonny do C. Simões Rolo de Deus; Roberto Dall'Agnol; José Oswaldo de Siqueira - Belém: ITV, 2020.

106 p.: il.

Relatório Técnico (Instituto Tecnológico Vale) – 2020 PROD.TEC.ITV.DS.N039/2020 DOI: 10.29223/PROD.TEC.ITV.DS.2020.39.Deus

1. Mercúrio - Monitoramento ambiental - Rio Itacaíunas (PA). 2. Mercúrio - Geoquímica - Bacia hidrográfica do rio Itacaíunas. 3. Bacia hidrográfica rio Itacaíunas - Mercúrio - Monitoramento ambiental. I. Dall'Agnol, Roberto. II. Siqueira, José Os waldo de. III. Título.

CDD 23. ed. 571.954663098115

#### **RESUMO EXECUTIVO**

Esta pesquisa está vinculada ao programa de monitoramento ambiental, intitulado 'Mapeamento e background geoquímico na bacia do rio Itacaiúnas', uma parceria entre a Gerência de Meio Ambiente da Diretoria de Ferrosos Norte (GABAN/DIFN; atual Gerência de Meio Ambiente da Serra Sul) da Vale e o Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV DS). O objetivo desse trabalho foi apresentar uma revisão baseada na literatura sobre a toxicologia e o comportamento geoquímico do Hg e a compreensão dos processos biogeoguímicos envolvidos na sua distribuição no ambiente. Foi elaborada, também, uma síntese sobre estudos geoquímicos do Hg na Amazônia brasileira e discutidas as diferentes avaliações de riscos ambientais associados com este elemento e as hipóteses apresentadas para explicar sua origem. Finalmente, foram sintetizados os dados obtidos sobre Hg em diferentes compartimentos ambientais, na bacia do rio Itacaiúnas, localizada na Amazônia oriental, no projeto background geoquímico e avaliados os riscos potenciais associados a ele, levando em consideração a persistência, o alto nível tóxico e os prejuízos que pode provocar à saúde humana. Os resultados obtidos contribuem significativamente para o estabelecimento de indicadores de sustentabilidade ambiental, elucidação geral das possíveis contribuições geogênicas e antrópicas no contexto Amazônico na origem do Hg e podem servir para suporte em decisões relacionadas com saúde pública e o controle da poluição química na bacia do rio Itacaiúnas.

#### **RESUMO**

O mercúrio (Hg) é um elemento químico de alta toxicidade que possui a capacidade de bioconcentrar e bioacumular no ambiente e na cadeia alimentar. Diversos estudos apontam disfunções neurológicas e sequelas em seres humanos e animais selvagens causadas por este elemento. Pequenas alterações no ambiente podem ser determinantes para disponibilizar Hg, sejam de origem natural ou antropogênica. Na Amazônia, o mercúrio está presente nos solos, onde sua acumulação foi natural, mas a ela soma-se a contaminação relacionada com atividades de mineração artesanal do ouro causadoras de impactos ambientais. Apresenta-se uma revisão dos principais estudos do comportamento geoquímico do Hg na Amazônia e se discute as hipóteses apresentadas para explicar sua origem. Dentro do contexto amazônico, são apresentados os resultados relativos às concentrações de Hg em solo, sedimentos ativos de corrente e água superficial na bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas (Amazônia Oriental), considerando as variações espaciais por domínios geológicos e sub-bacias. A amostragem utilizada abrange um número total de 5.311 amostras, divididas em: solo superficial (0-20cm; 1479 amostras, mais 74 duplicatas); solo sub-superficial (30-50cm; 1479 amostras, mais 74 duplicatas); água superficial 720 amostras (mais 30 duplicatas) no período chuvoso; 638 amostras (mais 29 duplicatas) no período de estiagem; e, em sedimentos, 761 amostras (mais 27 duplicatas). Os resultados destas análises foram submetidos a tratamento estatístico e houve avaliação da distribuição dos dados por boxplots. Constatou-se conformidade, na maioria dos dados, com a legislação brasileira. Os teores presentes no solo superficial e subsuperficial possuem forte similaridade geoquímica, o que indica origem geogênica (ou natural) predominante, com maiores valores sendo registrados no Domínio Bacajá e na Bacia Carajás. Nos sedimentos de corrente, as concentrações médias foram equivalentes à metade das concentrações obtidas nos solos, sendo igualmente mais elevadas no Domínio Bacajá e Bacia Carajás. Na água superficial, a maioria dos resultados encontra-se abaixo do limite mínimo de detecção e, portanto, de modo geral, não são alarmantes. Contudo, algumas amostras revelaram alterações significativas em parâmetros físico-químicos, os quais podem influenciar a biodisponibilidade de Hg na água, sendo isso mais comum no período chuvoso, onde processos naturais (lixiviação, intemperismo, escoamento superficial) são intensificados. Além disso, nas microbacias onde as concentrações de Hg na água superficial se situam acima do limite mínimo de detecção, deve ser considerado o risco potencial de problemas ambientais, devido à possibilidade de sua bioacumulação em peixes. O estudo permitiu maior visibilidade do comportamento do Hg em diferentes compartimentos geológicos e meios amostrais na bacia do rio Itacaiúnas e indica que, caso exista, a contaminação antrópica por Hg na BHRI é limitada e espacialmente restrita.

**Palavras-chave:** Mercúrio. Geoquímica. Amazônia Oriental. Carajás. Bacia do Rio Itacaiúnas.

#### **ABSTRACT**

Mercury (Hg) is a highly toxic chemical element that has the hability to bioconcentrate and bioaccumulate in the environment and in the food chain. Several studies point to neurological dysfunctions and sequelae in humans and wild animals caused by Hg. Small changes in the environment can be decisive for making Hg available, whether of natural or anthropogenic origin. In the Amazon, mercury was concentrated by natural processes in soils, but contamination related to artisanal gold mining activities with evidence of environmental impacts is also relevant. A review of the studies on the geochemical behavior of Hg in the Amazon region is presented and the hypotheses presented to explain its origin are discussed. The geochemistry of Hg in soils, stream sediments and surficial water of the Itacaiúnas River watershed are presented and interpreted considering contrasts in its distribution in different geological domains and sub-basins. The sampling employed in this study included a total number of 5,311 samples, divided into: topsoil (0-20cm; 1479 samples, plus 74 duplicates) and sub-surface soil (30-50cm; 1479 samples, plus 74 duplicates); surface water, 720 samples (plus 30 duplicates) collected during the rainy season and 638 samples (plus 29 duplicates) during the dry season; stream sediments, 761 samples (plus 27 duplicates). The results of these analyzes were submitted to statistical treatment, including the data distribution in boxplots. Compliance was found of most data with Brazilian legislation. The Hg concentration observed in the superficial and sub-superficial soil have strong geochemical similarity that suggest an origin predominantly geogenic (or natural). Comparatively higher Hg contents where registered in the Bacajá domain and Carajás basin. In stream sediments, the average concentrations were equivalent approximately to half of the concentrations present in the soils, and highest values were also in the Bacajá domain and Carajás basin. In surface water, most of the results are below the lower detection limit. Hence, in general, they are not alarming. However, some samples presented significant changes in the physicalchemical parameters and this may influence the bioavailability of Hg in the water, particularly during the rainy season, when natural processes (leaching, weathering, runoff) are intensified. In addition, in the microbasins where Hg concentrations in surface water are above the lower detection limit, a potential environmental risk must be considered, due to the possibility of Hg bioaccumulation in fish. Finally, this study clarified the behavior of Hg in soils, stream sediments and surface water of different geological compartments of the Itacaiúnas basin and indicated that, if present, Hg anthropogenic contamination in the studied watershed is limited and restricted in area.

Keywords: Mercure. Geochemistry. Eastern Amazônia. Carajás. Itacaiúnas River watershed.