

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E  
TRANSFORMAÇÃO MINERAL

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

---

**RELATÓRIO DE VIAGEM AO EXTERIOR**

Viena, Áustria



---

Training Course on the Use of Noble Gases in Hydrological Studies and AIEA-CPRM Isotope  
Task Force Activities

*Promovido por Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA)*

ISADORA AUMOND KUHN

JUNHO DE 2022

---

## *RELATÓRIO DE VIAGEM AO EXTERIOR*

Viena, Áustria

---

*Training Course on the Use of Noble Gases in Hydrological Studies and AIEA-CPRM Isotope Task Force Activities*  
Promovido por AIEA



Isadora Aumond Kuhn

Data: 08/2022

Capa: Viena International Center, Viena  
Áustria

---

## **Sumário**

I.	Introdução	04
II.	Objetivos da Viagem	04
III.	Programa da Viagem	04
IV.	Descrição e Análise dos Assuntos Tratados	05
V.	Conclusões	07
VI.	Recomendações	07
VII.	Agradecimentos	08
VIII.	Anexos	09

## **Anexos**

- I. Cartas Convite da AIEA
- II. Afastamento do País (Diário Oficial)
- III. Agenda Oficial do Curso
- IV. Certificado Oficial de Participação no Curso
- V. Fotografias dos Eventos

### I – Introdução

A missão técnica à sede da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), em Viena, ocorreu para a participação da Pesquisadora Isadora Aumond Kuhn no curso denominado “*Training Course on the Use of Noble Gases in Hydrological Studies*”, oferecido e financiado pela AIEA.

Tal oportunidade foi apresentada pela coordenação do Programa Nacional de Isotopia, em nome de Roberto Kirchheim, e se deu através da parceria já estabelecida entre o SGB e a AIEA. A pesquisadora foi selecionada devido à sua atuação como membro do corpo técnico do acordo vigente sobre uso de isótopos de gases nobres no Sistema Aquífero Guarani e por estar desenvolvendo tese de doutorado na área. O idioma praticado foi o inglês e o espanhol.

### II – Objetivos da Viagem:

A finalidade da viagem foi a participação no curso “*Training Course on the Use of Noble Gases in Hydrological Studies*”, que contemplou a preparação teórica prévia ao evento nos temas abordados no curso; atividades expositivas na sede da IAEA; atividade de treinamento em campo no uso do medidor de gases nobres *in situ* e coleta de amostras para gases nobres utilizando amostrador não-convencional (tubos de cobre); visita técnica ao laboratório de Hidrologia Isotópica da IAEA e atividades práticas com os laudos das análises das amostras coletadas no treinamento de campo.

### III – Programa da Viagem

O treinamento teve duração de uma semana, entre os dias 06 e 10 de junho de 2022. A atividade de campo se deu no dia 08 de junho e a atividade prática e visita ao laboratório ocorreram no dia do encerramento.

### IV – Descrição e Análise dos Assuntos Tratados

#### **A - Leitura crítica da bibliografia**

Uma vez que a pesquisadora está desenvolvendo tese de doutorado na área não houve dificuldades no acompanhamento dos conteúdos tratados. Ainda assim, a viagem foi precedida pela leitura das principais referências no assunto, a se saber:

- ✓ Aggarwal, P. (2013). *Isotope methods for dating old groundwater*: — Vienna: International Atomic Energy Agency-Chapter One. ISBN 978–92–0–137210–9.
- ✓ Aggarwal, P. et al. (2014). Continental degassing of  $4\text{He}$  by surficial discharge of deep groundwater. *Nature Geosciences*, DOI: 10.1038/NGEO2302
- ✓ Calf, G.E., & Habermehl, M.A. (1984). Isotope hydrology and hydrochemistry of the Great Artesian Basin, Australia. In: *Isotope Hydrology 1983*, P. 397–413. Proceedings International Symposium on Isotope Hydrology in Water Resources Development, International Atomic Energy Agency and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation, Vienna, Austria, 12–16 September 1983.
- ✓ Kirchheim, R. K. *et al* (2021). Aplicação de Gases Nobres e seus isótopos na hidrogeologia. *Derbyana*, v.42. DOI 10.14295/derb.v42.744

## **B - Participação nas aulas teóricas expositivas**

O curso foi ministrado em sua maior parte pelo pesquisador Rolf Kipfer, do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique (ETHZ – EAWAG), um dos responsáveis pelo desenvolvimento do medidor portátil de gases nobres. Foi importante o conhecimento prévio do assunto por parte da Pesquisadora, dada a complexidade do tema tratado e o nível de aprofundamento das discussões. Foram expostas e explicadas as metodologias de modelagem  $^3\text{He}/^4\text{He}$  e  $^4\text{He}/^{81}\text{Kr}$  para fins de datação de águas e seus potenciais usos como traçadores. A participação dos integrantes foi positiva e possibilitou profícuos debates.

## **C – Atividade de campo**

Foi realizada nas localidades de Laxenburg e Fische-Dagnitz Spring, onde no primeiro foi realizado o treinamento para coleta de amostras utilizando tubos de cobre e no segundo foi utilizado o equipamento de medição de gases nobres *in situ*. Este equipamento fornece as concentrações de gases nobres como He, Ar e Xe, possibilitando a distinção da origem, evolução e percurso da água, desde a sua nascente até a alimentação do caudal das drenagens superficiais. As concentrações de He têm sido utilizadas, juntamente com dados de datação absoluta de Kr, para a obtenção de idades estimadas das águas subterrâneas.

## **D - Visita aos Laboratórios**

Foi realizada visita guiada aos laboratórios de isotopia da AIEA, com explanação da aplicação e funcionamento dos equipamentos, tanto de analisadores de isótopos estáveis como de gases nobres.

## **E – Atividade prática**

Foi realizada atividade de modelamento de idades e discussão de resultados obtidos nas amostras coletadas na atividade de campo. Esta atividade foi conduzida pelo Pesquisador da IAEA, Takuya Matsumoto, o objetivo foi apresentar aos alunos o aplicativo utilizado para o cálculo de idades, mostrar os parâmetros necessários e como obtê-los e colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da semana.

## **V – Conclusões**

- ✓ É notável o reconhecimento que a CPRM vem adquirindo ao longo do percurso de aplicações isotópicas na hidrologia, estando no terceiro empregado contemplado com treinamento oferecido pela IAEA. Esta situação, somada às características intrínsecas de capilaridade da CPRM e sua alçada à instituição de pesquisa científica e tecnológica, oferecem uma oportunidade única da CPRM assumir o papel de protagonista em estudos isotópicos aplicados à hidrologia;
- ✓ As técnicas de gases nobres e isótopos de gases nobres são extremamente importantes e valiosas em estudos hidrogeológicos e ambientais. Além da datação de águas muito antigas ( $^4\text{He}-^{81}\text{Kr}$ ), também são adequados para a datação de águas jovens com o cronômetro  $^3\text{H}-^3\text{He}$ , fora o  $^{39}\text{Ar}$  que vem despontando como um traçador de idades intermediárias, os gases nobres fornecem informação sobre a dinâmica das águas e as recargas de água subterrânea;

- ✓ O medidor de gases nobres *in situ* é uma ferramenta de uso universal, tem baixa manutenção, não requer aquisição de padrões isotópicos, tem baixo custo de aquisição comparado com espectrômetros de massa e pode fornecer um enorme benefício ao conhecimento dos corpos aquáticos no Brasil;
- ✓ O fato do SGB ser um Centro Colaborativo da AIEA abre portas valiosas, entre elas, a possibilidade de realizar Capacitações e *Fellowships* em investigação isotópica, aumentando e melhorando sobremaneira as competências técnicas no SGB;
- ✓ A pesquisa de doutorado desenvolvida pela pesquisadora Isadora Kuhn, devidamente aprovada pelo CTC do SGB, tem a virtude de tratar de um tema de interesse da AIEA e, assim sendo, de abrir possibilidades de intercâmbio do tipo *Sandwich* entre SGB-AIEA;
- ✓ A participação da pesquisadora no referido curso abriu portas de cooperação concretas com centros de pesquisa na Argentina (Instituto de Hidrología de Llanuras-IHLLA, Azul – contato Pesquisadora María Emília Zabala - [mzabala@ihlla.org.ar](mailto:mzabala@ihlla.org.ar)), África do Sul (Universidade de Stellenbosh – Pesquisador Jared David Van Royeen – [jvan@sun.ac.za](mailto:jvan@sun.ac.za)) e Suíça (Instituto Federal de Tecnologia de Zurique - EAWAG – Pesquisadora Rolf Kipfer - [rolf.kipfer@eawag.ch](mailto:rolf.kipfer@eawag.ch)).

#### VI) – Recomendações

A cooperação entre a CPRM e a AIEA é um caminho de ganhos mútuos. A CPRM muito se beneficia deste apoio ainda mais considerando as possibilidades de capacitação e apoio específico a projetos técnicos. Desta forma, sugere-se:

- ✓ A CPRM precisa seguir investindo em capacitação técnica, mas também em instrumentação. A compra do medidor de gases nobres com recursos de investimento e através das possibilidades de importação direta via CNPQ iria colocar o SGB em uma posição de destaque absoluto, sendo o primeiro equipamento em uso na América Latina;
- ✓ É importante que o Programa de Isotopia Aplicada a Hidrologia no âmbito da DHT do SGB siga recebendo recursos financeiros que garantam as missões de campo necessárias para as coletas de amostras para análises isotópicas;
- ✓ Os estudos executados pelo SGB em hidrogeologia precisam, sempre que possível, adotar o conceito de multi-traçadores, ou seja, usar mais de um traçador isotópico no escopo da metodologia do estudo.

#### VII – Agradecimentos

De forma geral agradeço o apoio recebido pela CPRM, desde a Gerência Técnica Regional (GEHITE-PA), Superintendência Regional (SUREG-PA) e Gerência Nacional (DHT-Nacional). Faço menção especial de agradecimento ao Assessor de Assuntos Internacionais e também coordenador do Programa Nacional de Isotopia, Roberto Kirchheim, o qual tem atuado de maneira efetiva e exitosa, e apresentou a oportunidade de treinamento, estando presente ao longo de todo o percurso, até a conclusão da missão. Agradeço o apoio financeiro concedido pela IAEA e pela CPRM aceitar a liberação das atividades laborais pelo período do treinamento, com ônus limitados à instituição.

IX) – Anexos

**Anexo I – Convites Oficiais da AIEA.**



**IAEA**

*Atoms for Peace and Development*

الوكالة الدولية للطاقة الذرية  
国际原子能机构  
International Atomic Energy Agency  
Agence Internationale de l'Énergie Atomique  
Международное агентство по атомной энергии  
Organismo Internacional de Energía Atómica

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria  
Phone: (+43 1) 2600 • Fax: (+43 1) 26007  
Email: [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org) • Internet: <https://www.iaea.org>

In reply please refer to: **EVT2102906**  
Dial directly to extension: (+43 1) 2600-21759

Ms Isadora Kuhn

Geological Survey of Brazil, Porto Alegre  
Rua Banco da Provincia 105  
Bairro Santa Tereza  
PORTO ALEGRE  
BRAZIL

2022-05-04

Dear Ms Kuhn,

The Secretariat of the International Atomic Energy Agency (IAEA) is pleased to inform you that your designation by the IAEA as a participant in the **Training Course on the Use of the Noble Gases in Hydrological Studies** (hereinafter referred to as "event") at its Headquarters in Vienna, Austria, from **6 to 10 June 2022** has been accepted by your Government.

The purpose of the event is to share knowledge on the principles of groundwater dating by using noble gas isotopes with comprehensive hands-on training in sampling, isotope analysis, data handling and data interpretation.

The event will be held in English.

The event will commence at 10:00 on Monday, 6 June 2022, in Room C0237, Building C, of the Vienna International Centre (VIC). You are requested to arrive at Checkpoint 1/Gate 1 of the VIC one hour before the start of the event on the first day, in order to allow sufficient time for your grounds pass to be issued, as such passes are necessary for official visitors to the VIC.

The IAEA will provide you with a lump sum equivalent to €3264 for the travel expenses to and from Vienna, Austria, and for living expenses, including incidentals, connected with the event. You will be fully responsible for making your own travel arrangements and for cancellation costs, if any. This amount has been calculated on the assumption that you will stay for the total duration of the event. Should this not be the case, you would be requested to reimburse the IAEA for the appropriate difference.

It should be noted that compensation is not payable by the IAEA for any damage to or loss of personal property. The IAEA also does not provide health insurance coverage for participants in IAEA events. Arrangements for private insurance coverage on an individual basis should therefore be made. The IAEA will, however, provide insurance coverage for accidents and illnesses that clearly result from any work performed for the IAEA.

Kindly note that the IAEA may grant you the status of Expert within the meaning of Article XVI, Section 42 of the Headquarters Agreement, and/or Expert on Mission for the Agency within the meaning of Article VII of the Agreement on the Privileges and Immunities of the Agency, as it determines.

It is a condition of your acceptance that you refrain from disclosing any industrial secret or other confidential information made known to you by reason of your participation in this event, and that you exercise the utmost discretion with regard to all matters related to your participation as an expert.

In this regard, you are kindly requested to complete and sign the attached *Confidentiality Undertaking for Non-Staff Members* and to return it to me (Email: [T.Matsumoto@iaea.org](mailto:T.Matsumoto@iaea.org)) in my capacity as the Scientific Secretary of the event prior to the start of the event. A breach of your obligation not to disclose confidential information without appropriate authorization, as provided for under the attached *Confidentiality Undertaking*, may result in the initiation of legal proceedings against you and that, for such purposes, the Director General may waive any immunity which may pertain to you.

The IAEA values the privacy of all event participants. For the purposes of collaboration and information sharing, the IAEA may share a list of event participants with other event attendees. This list may include the following personal data: name, country, institute or affiliation, address, telephone number and email address. Exclusion from this list is available upon request. Unless otherwise expressly agreed in writing by an individual event attendee, further dissemination of the list to third parties is not permitted.

I would be grateful to receive a reply at your earliest convenience as to whether you are in a position to accept this invitation.

Yours sincerely,



Takuya Matsumoto  
Scientific Secretary  
Division of Physical and Chemical Sciences  
Department of Nuclear Sciences and Applications

Enclosures: *Confidentiality Undertaking for Non-Staff Members*





## Anexo III– Agenda final do Curso



F3-TR-2102906

### Training Course on the Use of the Noble Gases in Hydrological Studies

6 - 10 June 2022

IAEA Headquarters, Vienna, Austria  
Vienna International Centre, C Building, Room C0237

Organized by IAEA, Isotope Hydrology Section

Scientific Secretary : **Mr. MATSUMOTO, Takuya**  
[t.matsumoto@iaea.org](mailto:t.matsumoto@iaea.org)  
+43-1-2600-21759

Team Assistant : **Ms. GUSEVA, Svetlana**  
[S.Guseva@iaea.org](mailto:S.Guseva@iaea.org)  
(+43-1)2600-21738

Instructors : **Prof. KIPFER, Rolf**  
Department Water Resources and Drinking  
Water, EAWAG, Switzerland

**Mr. MATSUMOTO, Takuya**

### Agenda (as of 30 May)

#### Day 1: Monday, 6th June

10:00 – 10:30	Welcome and instruction
10:45 – 12:00	Lecture on noble gas isotopes as hydrologic tracers PT-1
13:30 – 15:00	Lecture on noble gas isotopes as hydrologic tracers PT-2
15:30 – 17:00	Exercise and discussion session 1

**Day 2: Tuesday, 7th June**

09:30 – 10:30	Lecture on noble gas isotopes as hydrologic tracers PT-3
10:45 – 12:00	Lecture on noble gas isotopes as hydrologic tracers PT-4
13:30 – 15:00	Lecture on noble gas isotopes as hydrologic tracers PT-5
15:30 – 16:30	Exercise and discussion session 2

**Day 3: Wednesday, 8th June**

**Field Trip to ~~Laxenburg~~ and ~~Fischa-Dagnitz~~ Spring**

08:45	Meet at Wargamer Strasse sideway bus stop area
09:00 – 17:00	Visits 3 sites for sampling and field analysis

(This trip includes the official training course lunch at ~~Laxenburg~~)

**Day 4: Thursday, 9th June**

09:30 – 10:30	Visit to the Isotope Hydrology Laboratory for noble gas analysis
10:45 – 12:00	Discussion Session 3 (Field data)
13:30 – 15:00	Discussion Session 4 (Example of a case study and data interpretation)
15:30 – 16:30	Discussion Session 5

**Day 5: Friday, 10th June**

09:30 – 10:30	Lecture on groundwater age dating with noble gas isotopes, PT-1
10:45 – 12:00	Exercise Session on T-3He age dating
13:30 – 15:00	Lecture on groundwater age dating with noble gas isotopes, PT-2 (Old groundwater dating with 4He and radio-krypton)
15:30 –	Information about the agency supports on noble gas application End of the training course

 Water Resources Programme	International Atomic Energy Agency Department of Nuclear Sciences and Applications Isotope Hydrology Section
<b>Certificate of Completion</b>	
<b>Ms Isadora KUHN</b>	
Completed the IAEA Training Course on	
<b>The Use of the Noble Gases in Hydrological Studies</b>	
6-10 June 2022	
 for _____ Jodie Miller Head, Isotope Hydrology Section	

## Anexo VI – Fotografias ilustrativas do evento.



Figura 1 – Pesquisadora Isidora Aumond Kuhn (CPRM) em visita ao laboratório de Hidrologia isotópica da IAEA.

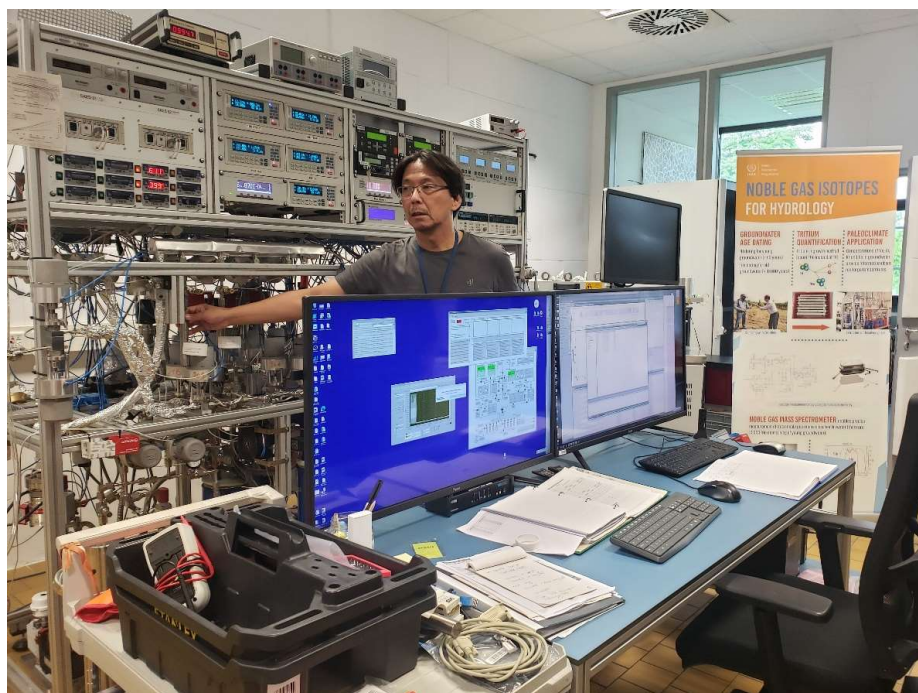


Figura 2 - Apresentação do analisador de Trítio pelo Pesquisador Takuya Matsumoto (IAEA).



Figura 3 – Treinamento na coleta de amostras utilizando fluxo contínuo em tubo de cobre



Figura 4 – Apresentação do analisador de gases nobres de campo