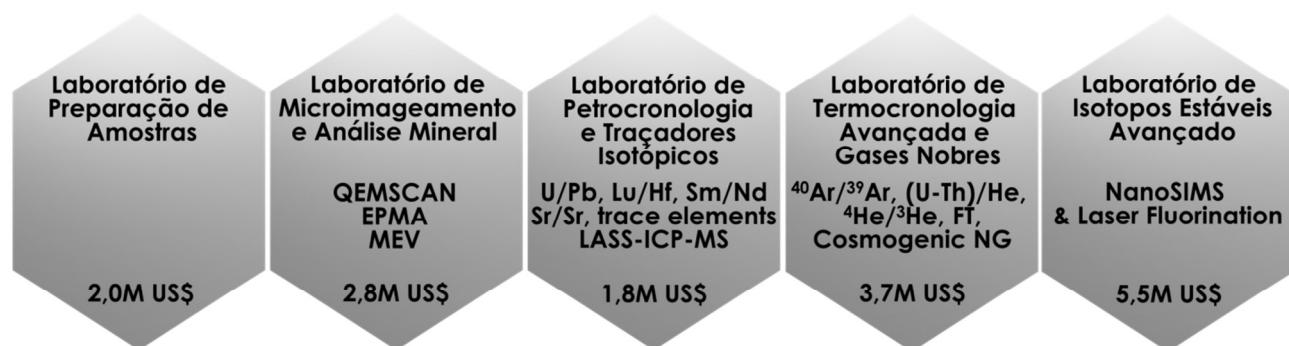


# Projeto Conceitual do Centro de Referência em Geociências (Laboratórios)

Parceira PETROBRAS-ANP-CPRM

## SUMÁRIO EXECUTIVO

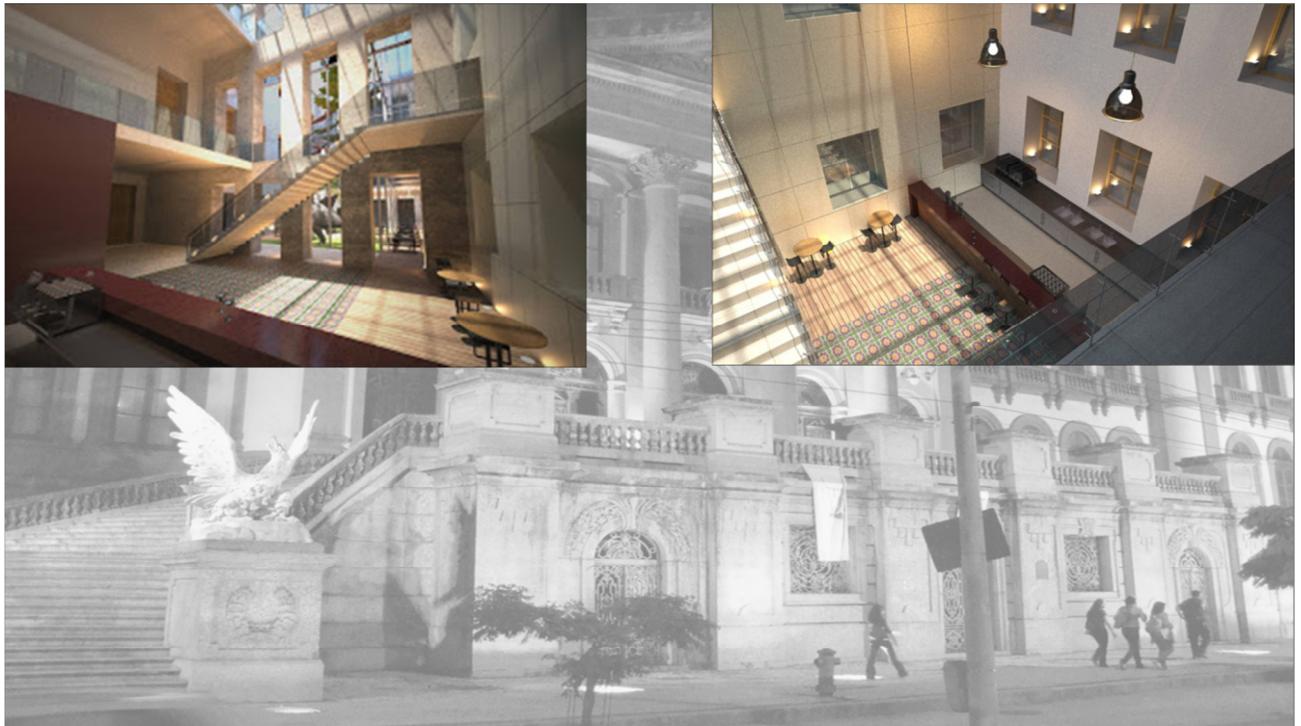
Esta nota técnica apresenta os laboratórios técnicos que deverão constituir o **Centro de Referencia em Geociências**, para microanálise química e isotópica a ser construído no **Serviço Geológico do Brasil**, na cidade do Rio de Janeiro. Os laboratórios estão separados em cinco diferentes frentes que incluem: a) **Laboratório de Preparação de Amostras**; b) **Laboratório de Microimageamento e Análise Mineral**; c) **Laboratório de Petrocronologia e Traçadores Isotópicos**; d) **Laboratório de Termocronologia Avançada e Gases Nobres**; e) **Laboratório de Isótopos Estáveis Avançado (NanoSIMS)**. O total a ser investido em equipamentos é de 15,5 M US\$ e o cronograma de implementação e construção é de 18 meses. Os laboratórios deverão operar de maneira colaborativa, comercial e por meio de projetos de P&D. A reunião de diversos laboratórios com vocações distintas em um único centro deve acelerar o conhecimento geológico do país, sobretudo na área das bacias sedimentares, trazendo retorno para o setor produtivo de **Óleo & Gás e Mineração**.



## 1. INTRODUÇÃO

O **Centro de Referencia em Geociências (CRG)** ligado ao **Núcleo de Inovação e Tecnologia (NIT)** e ao **Museu de Ciências da Terra do Serviço Geológico do Brasil** irá hospedar uma série de laboratórios microanalíticos com vocações e configurações versáteis, que permitirão a pesquisa geocientífica visando atender as demandas governamentais e da indústria de **Óleo & Gás**, bem como as do setor mineral. Os laboratórios estão separados em cinco frentes distintas com conformações específicas que retratam o estado-da-arte das técnicas microanalíticas voltadas para a caracterização geoquímica e determinação de razões isotópicas de minerais e rochas. Os laboratórios estarão associados às linhas de pesquisas que estão relacionadas ao NIT e credenciadas pela **Agência Nacional do Petróleo (ANP)**, que tem como escopo desenvolver temas que possam agregar conhecimento geocientífico e valor para o setor de **Óleo & Gás**. Com forte

capacidade na área de **Geociências**, na qual abrange um amplo espectro de aplicações, tais laboratórios poderão não só promover a pesquisa de qualidade aplicada, mas também criar uma nova geração de **Geocientistas** necessários para a modernização do **Serviço Geológico do Brasil**. O **Centro de Referencia em Geociências** terá sua operação baseada na cooperação entre governo e indústria, com a participação de outras instituições de pesquisa nacionais e internacionais, sendo seus laboratórios de uso compartilhado e colaborativo. Esta iniciativa contribuirá para o avanço do conhecimento geocientífico do Brasil, elevando o mesmo para níveis de competitividade compatíveis com outros centros de renome internacional na área das **Geociências**.



## 2. CONCEITO DOS LABORATÓRIOS

Os Laboratórios estão separados em cinco diferentes frentes que visam englobar a maioria das abordagens analíticas de ultima fronteira na área de caracterização geoquímica-isotópica, com inúmeras aplicações nas Geociências. Os laboratórios e suas principais aplicações estão encontram-se listados abaixo:

### a) Laboratório de Preparação de Amostras

Essencial para geração de dados de qualidade, a preparação de amostras é o ponto inicial para qualquer atividade analítica. Este braço laboratorial será responsável pelo corte, separação mineral e polimento, além do acondicionamento do material em receptáculos apropriados para as análises químicas e isotópicas a serem realizadas *in situ*. Além da preparação de amostras voltadas para a separação mineral, este laboratório também será responsável pela confecção de seções polidas delgadas para a análise petrográfica, análises químicas *in situ* e mapeamento mineral, químico e isotópico quantificado.

## b) Laboratório de Microimageamento e Análise Mineral

Este laboratório, o segundo na cadeia de trabalho após a preparação de amostras tem como objetivo guiar as etapas de análise espectrométricas in situ por meio do imageamento por microscopia eletrônica e análise mineral por microssonda, para elucidar a textura interna do mineral/rocha, bem como sua composição química pontual ou por meio de mapas químicos quantificados. Além desta finalidade, o laboratório será equipado com uma série de detectores que permitem: i) identificação de fases e mapas quantificados mineralógicos e químicos; ii) análise textural (e.g. porosidade, relação de contato entre fases, etc); iii) análise de tramas cristalográficas para a análise da deformação; iv) imageamento de ultra alta resolução.

### Scanning Electron Microscope (SEM)

#### Opções de utilização (SEM):

- BSE (Back Scattered Electrons)
- EDS (Energy Dispersive Spectroscopy)
- EBSD (Electron Backscatter Diffraction)
- CL (Cathodoluminescence)

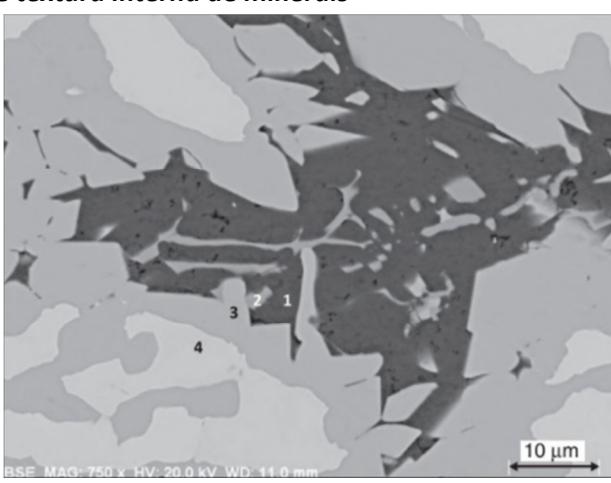
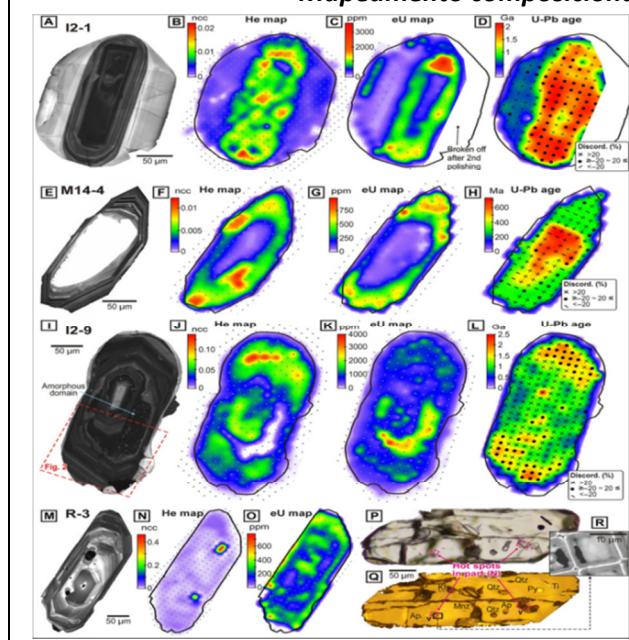
#### Aplicações (SEM):

- Imageamento de alta resolução (submicron)
- Análises químicas semi-quantitativas
- Análise textural (Orientação estrutural preferencial)
- Textura interna de minerais (e.g. Cl em zircões)
- Identificação mineralógica e mapeamento composicional

**Essencial como ação prévia  
para qualquer microanálise!**



*Mapeamento composicional e textura interna de minerais*



### c) Laboratório de Petrocronologia e Traçadores Isotópicos

Este laboratório consiste basicamente em dois espectrômetros de massa acoplado a uma fonte de laser para determinação simultânea de razões isotópicas e elementos traços e ultra-traços. O uso desta configuração laboratorial vem trazendo um severo avanço nas técnicas investigativas da área de Geociências em diversos institutos de pesquisa, com ampla aplicação em: i) geocronologia in situ de minerais provenientes de rochas magmáticas por U-Pb; ii) determinações isotópicas in situ em minerais Lu-Hf, Sm-Nd, Rb-Sr, Sr-Sr, Pb-Pb para traçadores de reservatórios petrogenéticos e fontes; iii) estudos de proveniência sedimentar com base em minerais detriticos, datáveis pelo método U-Pb; iv) investigação termal de terrenos com potencial para recursos minerais por meio de datações em múltiplos grãos, com diferentes temperaturas de fechamento isotópico (e.g. zircão, monazita, rutilo, titanita); v) investigação da evolução termal de bacias por meio de datações de xenotima diagenética; vi) análise mineral in situ em mapas quantitativos de minerais ultra-traços em silicatos, sulfetos e óxidos; vii) investigação acerca dos processos de interação fluido-rocha. viii) geoquímica de elementos traços e maiores em rocha total por pouwnder pellets. Ressalta-se que a técnica permite aquisição simultânea de dados geocronológicos-químicos, assim como geocronológicos-isotópicos a depender das condições de calibragem e set up. Tal técnica, ainda não estabelecida no Brasil é conhecida hoje como Petrocronologia vem atrelando as idades obtidas com outros parâmetros químicos e isotópicos que permitem uma interpretação robusta do processo geológico responsável pela formação dos minerais.

#### **Split Stream Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (LASS-ICP-MS)**

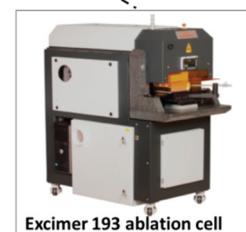
##### **Opções de utilização (LASS-ICP-MS):**

- LA (Laser Ablation)
- MC (Multicollector ICP-MS)
- QC (Quadrupole ICP-MS)
- EPMA (Electron MicroProbe Analyses)

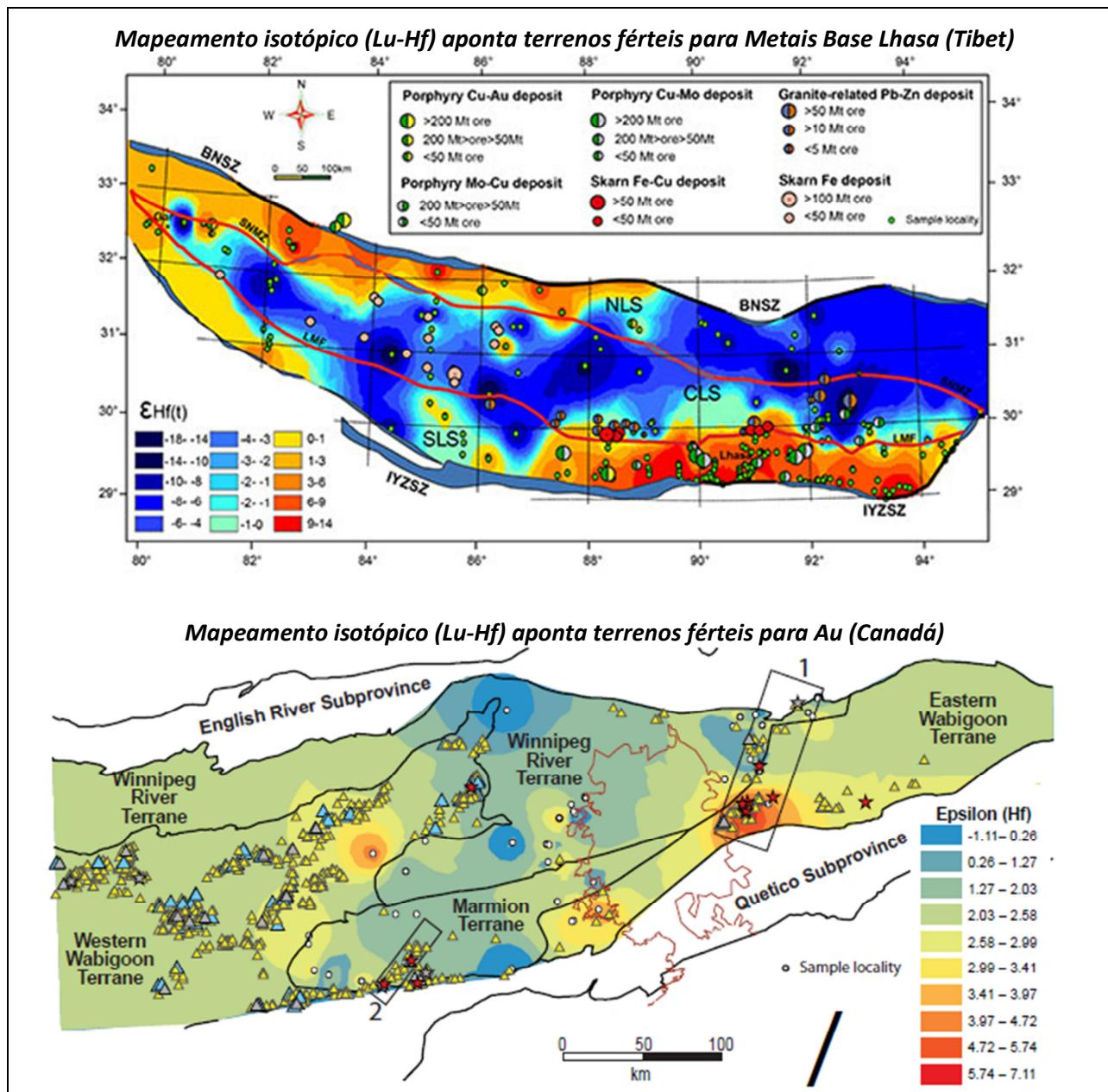


##### **Aplicações (LASS-ICP-MS):**

- Geocronologia U-Pb (zircão, titanite, rutile, xenotime, badeleite, ect)
- Time-stamped isotopic tracing (e.g. Lu/Hf e U/Pb em zircão)
- Time-stamped REE e elementos traços (petrocronologia)
- Geocronologia Lu-Hf de granadas
- Análises radiogênicas in situ de minerais (Sr/Pb/Nd e muitos outros)
- Investigação de proveniência sedimentar
- Análises químicas quantitativas (química mineral)
- Mapeamento quantitativo
- Determinações P-T-t-x



**Petrocronologia é a maneira mais precisa e correta para o entendimento dos processos geológicos incluindo aqueles geradores de óleo e metais!**



#### d) Laboratório de Termocronologia Avançada e Gases Nobres

Neste laboratório serão realizadas determinações termocronológicas de mais baixa temperatura, em complementação as técnicas de alta temperatura descritas no laboratório acima. O Laboratório consiste em uma série de espectrômetros com ampla finalidade para a resolução de histórias termais de terrenos, bacias e sistemas hidrotermais, tais quais: i) termocronologia  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  em minerais diversos para datação de rochas ígneas, eventos termais e fluxo termal em terrenos e bacias sedimentares; ii) termocronologia (U-Th)/He para elucidação da história termal de bacias sedimentares e sistemas petrolíferos e minerais, bem como estudos de proveniência sedimentar; iii) traço de fissão em apatita e zircão; iv) determinação de razões isotópicas  $^{3}\text{He}/^{4}\text{He}$ ; v) determinação de razões de isótopos cosmogênicos; vi) evolução termal de sistemas hidrotermais e tectônica.

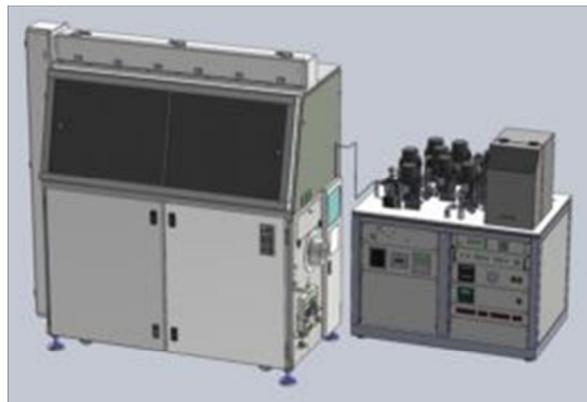
## RESOChron

### Opções de utilização (RESOChron):

- Alphachron automated thermocronology
- Resolution laser ablation system
- ICP-MS

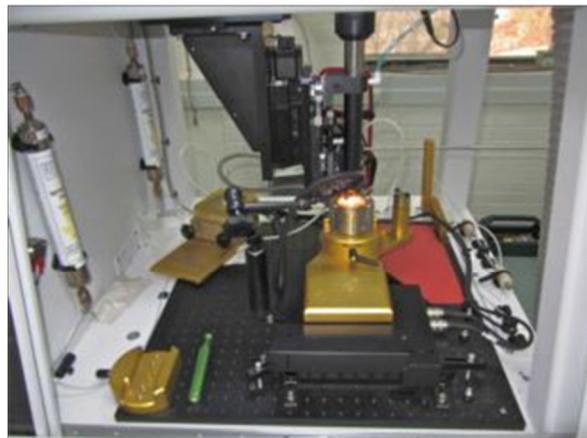
### Aplicações (RESOChron):

- Termocronologia de baixa temperatura
- Datação U-Th-Pb-He e análises de elementos menores
- Geomorfologia
- Tectônica
- Óleo e Gás

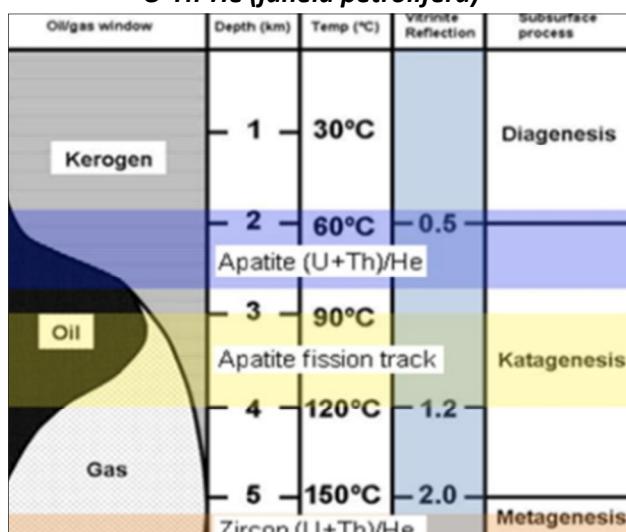


**Novo enfoque para  
análises termocronológicas**

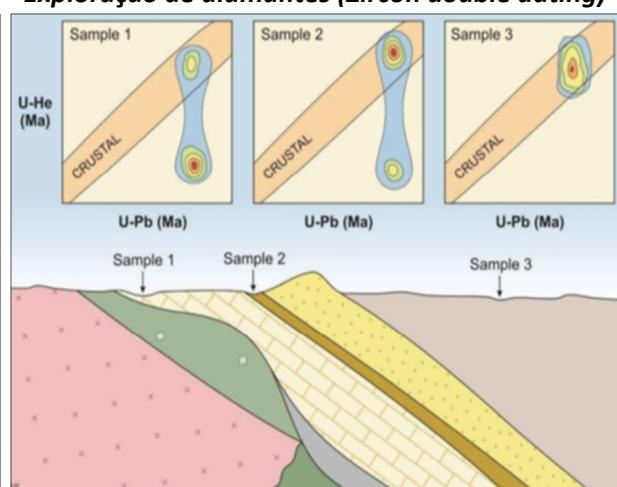
**Não existe no Brasil!**



### U-Th-He (janela petrolífera)



### Exploração de diamantes (Zircon double dating)



Geração >>  
de HC

## e) Laboratório de Isótopos Estáveis Avançado (NanoSIMS)

Este braço laboratorial engloba dois equipamentos voltados para determinação de razões de isótopos estáveis por laser fluorination e NanoSIMS, sendo este ultimo o primeiro na América do Sul. O NanoSIMS representa o estado-da-arte da microscopia capaz de realizar imagens quantitativas elementares e isotópicas na concentração de ppm (parte por milhão) com resolução

de até 50 nanômetros. As aplicabilidades do NanoSIMS em conjunto com a técnica de laser fluorination transcende as Geociências com aplicações relevantes no setor de Óleo & Gás nas áreas de microbiologia e ciências dos materiais. Dentre as principais finalidades deste conjunto laboratorial estão: i) determinações isotópicas em minerais de O-S-C-B-Fe para estudos de fontes e interação fluido-rocha; ii) mapeamento de elementos traço com informação isotópica; iii) investigações isotópicas em rochas carbonáticas e fluidos associados e paleoclimatologia; iv) investigação sobre a formação de microbialitos; v) fontes de fluidos hidrotermais e fontes mineralizantes; vi) partículas atmosféricas e estelares; vii) corrosão de ligas metálicas.

## NanoSIMS

### Opções de utilização (NanoSIMS)

- High analysis spatial resolution (down to 50 nanometers)
- High sensitivity (ppm in element imaging)
- High Mass Resolution (M/dM)
- Parallel acquisition of seven masses
- Fast acquisition (DC mode, not pulsed)
- Analysis of electrically insulating samples without problem



### Aplicações (NanoSIMS)

- Analises in situ de isótopos estáveis (sub- $\mu\text{m}$ )
- Mapeamento de isótopos estáveis

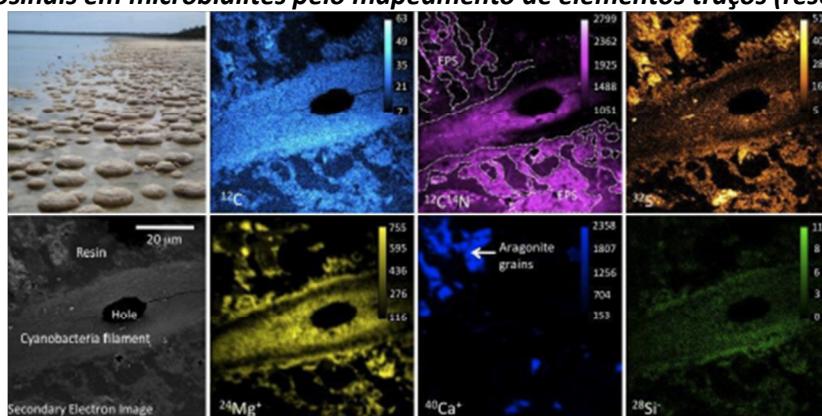
### Aplicação multidisciplinar incluindo geociências de materiais, e geobiologia

**Primeiro da América do Sul!**

#### Análises de biosinais em ooids pelo mapeamento de elementos traços (resolução sub- $\mu\text{m}$ )



#### Análises de biosinais em microbialites pelo mapeamento de elementos traços (resolução sub- $\mu\text{m}$ )



### **3. ESTRUTURA FÍSICA, EQUIPAMENTOS E VALORES**

A estrutura física do Centro de Referência em Geociências estará localizada no Prédio do Serviço Geológico do Brasil, na Urca, Rio de Janeiro em área a ser definida. Tal centro irá abrigar laboratórios na qual uma parte encontra-se descritas aqui. A área estimada para o Laboratório de Preparação de Amostras é de 100 m<sup>2</sup>, enquanto para os demais laboratórios é de 250 m<sup>2</sup>, segundo as seguintes áreas individuais: i) Laboratório de Imageamento e Análise Mineral = 45m<sup>2</sup>; ii) Laboratório de Petrocronologia e Traçadores Isotópicos = 45m<sup>2</sup>; iii) Laboratório de Termocronologia Avançada e Gases Nobres = 80m<sup>2</sup>; iv) Laboratório de Isótopos Estáveis Avançado (NanoSIMS) = 80m<sup>2</sup>.

Os equipamentos que irão compor os laboratórios são derivados de diversos fornecedores, todos com excelência na produção de equipamentos científicos. A **Tabela 1** apresenta de forma simplificada os principais equipamentos que deverão constituir os laboratórios, bem como seus respectivos fornecedores e valores.

**Tabela 1. Fornecedores e valores aproximados dos equipamentos que deverão constituir os laboratórios microanalíticos do Centro de Referencia em Geociências.**

Laboratório	Nome do Fornecedor	Nome do Item	Valor U\$
1	Variados	Serras, Cominuição Mineral, Separacao densimétrica, Separacão Magnetica, Capelas, Politrizes, Preparacao de lâminas delgadas	\$2,000,000.00
1	SELFRAF	SELFGRAG SILICON	\$400,000.00
2	CAMECA	SX5 microprobe	\$1,564,962.31
2	FEI	QEMSCAM 650	\$596,000.00
2	FEI	SEM with EBSD,WDS, BS and CL detectors	\$400,000.00
3	Thermo Fisher	Neptune Plus MC-ICP-MS + Element XR SC-SF-ICP-MS package	\$1,437,823.21
3	Photon Machines	Excimer Laser System	\$197,000.00
4	Thermo Fisher	Helix-MC Mass Spectrometer – Part Number 0747130 x 1	\$790,000.00
4	Thermo Fisher	Helix-SFT Mass Spectrometer – Part Number 0747130 x 1	\$445,000.00
4	Thermo Fisher	Helix-ARGUS VI Mass Spectrometer – Part Number 0747130 x 1	\$405,000.00
4	Thermo Fisher	Current amplifier with 10^13 Ohm resistor with reduced noise level	\$137,000.00
4	Thermo Fisher	Pericon – Part Number 8000930 x 3	\$30,000.00
4	Thermo Fisher	Noble Gas Preparation System (1287000). Part Number 1319900 x 3	\$591,000.00
4	ASI	RESOchron combination Alphachronhelium dating instrument with RESolution- SE Laser Ablation system; complete with UHV/S155 Sample Cell.	\$642,122.00
4	Thermo Fisher	CO2 based laser system – Part Number MIR10 – 50 x 1	\$78,472.00
4	Autoscan	Autoscan FT system x 1	\$254,801.60
4	Agilent	Agilent 7900 QMS plus accessories x 1	\$176,743.00
4	ASI	ASI SE/155 laser x 1	\$292,124.00
4	ASI	Packing, Insurance & Freight	\$20,000.00
5	CAMECA	NanoSIMS	\$4,500,000.00
5	Nu	Laser Fluorination system + Nu Perspective IS Spectrometer	\$500,000.00
		Metalizadora	\$50,000.00
		Shillers & no-brakes	\$80,000.00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$15,588,048.12</b>
<b>1. Laboratório de Preparação de Amostras</b> <b>2. Laboratório de Imageamento e Análise Mineral</b> <b>3. Laboratório de Petrocronologia e Traçadores Isotópicos</b> <b>4. Laboratório de Termocronologia Avançada e Gases Nobres</b> <b>5. Laboratório de Isótopos Estáveis Avançado (NanoSIMS)</b>			

#### 4. CRONOGRAMA SIMPLIFICADO DE IMPLEMENTAÇÃO E EQUIPE

Uma série de etapas preparatórias deverão anteceder a instalação dos equipamentos propriamente ditas e estão programadas para um tempo total de 18 meses. Estas etapas são fundamentais para o estabelecimento de uma rotina sadia dos laboratórios. As especificações de temperatura, pressão, circulação, níveis de ruído e vibração exterior deverão ser adaptadas sistematicamente visando maximizar a eficiência dos equipamentos. As etapas encontram-se resumidas na **Tabela 2**. A equipe será inicialmente composta por pesquisadores capacitados do quadro do Serviço Geológico do Brasil, bem como outros novos contratados e de dedicação parcial atrelados aos projetos de P&D. Paralelamente à construção e instalação dos laboratórios será iniciado um programa de capacitação de pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil, que serão treinados em instituições que detenham laboratórios, equipamentos e linhas de pesquisas similares àquelas em implantação no Centro de Referencia em Geociências.

**Tabela 2. Etapas de implementação dos laboratórios microanalíticos do Centro de Referencia em Geociências.**

Etapas	Número de Semanas (18 meses)									
	1-16	17-52	53-60	59-62	60-62	64-67	68-75	76-78	78-81	81-82
Número de semanas (18 meses)	1-16	17-52	53-60	59-62	60-62	64-67	68-75	76-78	78-81	81-82
Planejamento das instalações										
Construção do laboratório										
Instalação e teste do sistema de temperatura										
Instalação das instalações elétricas										
Instalação das linhas de gás										
Preparação da área de preparação de amostras										
Teste das instalações e limpeza										
Instalação dos equipamentos										
Testes dos equipamentos										
Treinamento										

## **5. OPERACIONALIDADE**

Os laboratórios deverão operar de maneira independente e autônoma com sua gestão atrelada ao Centro de Referencia em Geociências. A implantação das linhas de pesquisa internas aos laboratórios estará atrelada às linhas de pesquisa do Centro de Referencia em associação com o Núcleo de Inovação e Tecnologia. As rotatividade e manutenção dos laboratórios deverão ser sustentadas pelos projetos de P&D hospedados no NIT, bem como por meio da prestação de serviços externos para indústria, governo e academia. Cabe ressaltar que a politica de colaboração com as instituições participes da construção dos laboratórios implica no livre acesso aos laboratórios do Centro de Referencia em Geociências.

## **6. RETORNO PARA O SETOR PRODUTIVO**

Os desafios impostos pela exploração de recursos tornam-se cotidianamente mais complexos. Cada vez mais o emprego de técnicas analíticas sofisticadas é exigido para o sucesso da exploração e entendimento geológico robusto dos processos associados aos sistemas petrolíferos e minerais. Os laboratórios associados ao Centro de Referencia em Geociências tem o papel de centralizar diversos laboratórios com vocações distintas sob uma gestão única. Espera-se com essa iniciativa acelerar o crescimento do conhecimento geológico do país, sobretudo nas áreas das bacias sedimentares ainda carentes de investigações completas que retratem seu desenvolvimento e inter-relação com os sistemas petrolíferos hospedados por essas bacias. Os laboratórios, assim como as linhas de pesquisa do Centro de Referencia em Geociências contemplam um olhar voltado para sustentabilidade com ampla capacidade para o desenvolvimento de tópicos geocientíficos voltados para o meio ambiente como estudos climáticos e paleoclimáticos. Em suma, os laboratórios propostos terão a capacidade de atender um amplo espectro de questões, que variam desde o conhecimento geológico, desgaste de materiais para o setor de engenharia, estudos ambientais e geobiológicos. O avanço do conhecimento e acesso rápido às técnicas de microanálise na área de geoquímica e isótopos, certamente elevará o setor produtivo nacional de Óleo & Gás e Mineração a outros patamares.