

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM**  
**CÂMARA TÉCNICO-CIENTÍFICA - CTC**

**Relatório de viagem**

**Novosibirsk, Rússia**

**Pós-Doutorado**

Modalidade: Pós-doutorado no Exterior - PDE

CNPq: Processo nº206612/2014-1

**Marco Aurélio Piacentini Pinheiro**

Belo Horizonte, Agosto de 2016

## **Sumário**

1. Introdução e objetivos .....	3
2. Localização, estrutura e facilidades .....	3
3. Custo benefício .....	5
4. Acessos laboratoriais .....	6
5. Treinamento, métodos e produção analítica.....	6
6. Atividades extras e complementares.....	10
7. Suporte financeiro e custeio .....	11
8. Produção científica e resultados alcançados .....	11
9. Observações Finais.....	13
10. Agradecimentos .....	14

## **1. Introdução e objetivos**

O intercâmbio de Pós-Doutorado, regulamentado junto ao processo nº206612/2014-1 e incluído no programa “Ciência sem Fronteiras” (CNPQ/CAPES) foi realizado entre Julho/2015 e Julho/2016 pelo Pesquisador Marco A. P. Pinheiro, lotado na *Gerência de Recursos Minerais - GEREMI*, da *Superintendência Regional de Belo Horizonte - SUREG-BH*, no Laboratório de Geodinâmica e Magmatismo do Instituto de Geologia e Mineralogia (IGM), V.S. Sobolev, da ramificação siberiana da Academia Russa de Ciências (SB RAS), na cidade de Novosibirsk.

Esse treinamento abrangeu a realização de um projeto de pesquisa supervisionado de caráter multidisciplinar envolvendo materiais geológicos do sul do estado de Minas Gerais e contou com a supervisão do pesquisador sênior Dr. Felix Petrovich Lesnov, juntamente com a colaboração e cooperação de diversos outros especialistas do SB RAS.

Os objetivos principais compreenderam investigações petrogenéticas e metalogenéticas de quatro associações de rochas máfico-ultramáficas do estado de Minas Gerais, conforme indicado no projeto, que envolvesse metodologia e abordagem moderna e utilizando equipamentos analíticos de ponta, em uma Instituição de prestígio. Ademais, tinha como alvo o ganho de *expertise* e *know how* adquiridos *in loco*, a partir de diversos especialistas que possibilitassem ao bolsista o desenvolvimento de abordagens semelhantes no território Brasileiro, assim como a inserção dessas associações geológicas no meio das discussões internacionais através da divulgação científica em revistas especializadas, congressos e conferências.

Adicionalmente, vislumbrou a criação de conexão entre o bolsista pesquisador e o time de especialistas da IGM SB RAS para que parcerias e cooperações futuras pudessem ser executadas de maneira remota, estendendo a sinergia alcançada para além do período do Treinamento.

## **2. Localização, estrutura e facilidades**

O IGM SB RAS (Fig. 1B) fica localizado no distrito da Cidade Acadêmica (Akademgorodok; Fig. 1A) um complexo de inovação, ciência e tecnologia que conta com mais de 35 Institutos de pesquisas e capacidade para mais de 65.000 cientistas, a Universidade Estadual de Novosibirsk (NSU; Fig. 1C) e um complexo de inovação e tecnologia (Technopark; Fig. 1D) que compreende uma série de parcerias público-privada abrangendo empresas como a Microsoft, Apple e Google.

A cidade Acadêmica em Novosibirsk é considerada um dos maiores polos de ciência e tecnologia do mundo e o principal da Federação Russa, contando com a segunda maior

densidade de cientistas do planeta, ficando atrás apenas do Vale do Silício, nos Estados Unidos.

A Universidade Estadual de Novosibirsk (NSU) desfruta do prestígio de uma das mais bem-conceituadas Universidades da Ásia. É considerada a segunda melhor Universidade da Federação Russa, segundo o QS experts, e uma das 6 Universidades Russas presentes no ranking da *Times Higher Education rankings*. Ela conta ainda com um prédio moderno recém-inaugurado (Fig. 1C) que conta com equipamentos e facilidades de última geração.

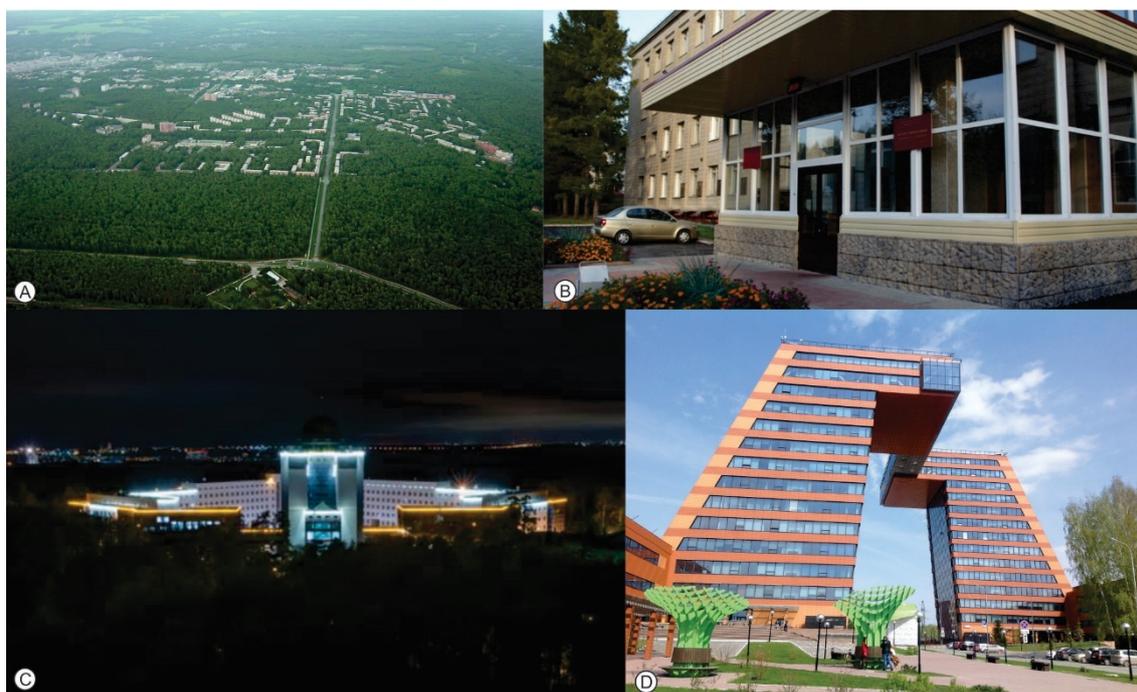


Figura 1: A) Vista aérea da cidade Acadêmica (Akademgorodok); B) Fachada do IGM (SB RAS); C) Vista aérea do moderno e recém-inaugurado prédio da NSU; D) Technopark.

O Instituto de Geologia e Mineralogia do braço Siberiano da Academia Russa de Ciências (V.S. Sobolev; IGM SB RAS) conta com avançadas facilidades instrumentais e 18 laboratórios como o centro analítico para análises multi-elementos e isotópicas. Incluindo ainda fluorescência de raios-X, análises por difração, espectrometria de massa, análises de microsonda e análises isotópicas aplicadas (LA-ICP-MS) na determinação de elementos maiores e traços, isotópica e determinação de idades de rochas, minerais e processos petrogenéticos/metalogenéticos. Desde 1999 o centro analítico possui a certificação da Agência de Metrologia e regulação técnica como uma ferramenta de confiabilidade da informação analítica (Certificado ROSS RU.001.510590).

O IGM SB RAS emprega em torno de 400 cientistas, sendo o número de Doutores superior a 200. Os resultados obtidos em suas pesquisas são publicados anualmente em mais

de 300 livros e artigos, em média, sendo um quarto desse volume catalogados no banco de dados da *Web of Knowledge*. Ainda, o IGM SB RAS é co-fundador de dois periódicos científicos: o mensal *Russian Geology and Geophysics* (“*Geologiya i Geofizika*”) e o trimestral *Science First Hand* (“*Nauka iz Pervykh Ruk*”).

Ressalta-se ainda que 80% dos professores da NSU são cientistas da SB RAS e que no atual modelo educacional da Federação Russa há uma divisão quanto à realização de ensino e pesquisa, sendo atividades relacionadas ao ensino uma atribuição exclusivamente da Universidade e as de pesquisas científicas, exclusivamente dos Institutos.

No entanto, essa extrema proximidade entre elas potencializa tanto as atividades educacionais quanto as de pesquisa. Um novo modelo educacional está em curso no país, com iniciativas científicas realizadas também pela Universidade, mas encontra-se em estágio inicial e implementado de maneira incipiente, com a maciça produção científica voltada para os Institutos da RAS e seus pesquisadores.

Além disso, o prestígio técnico-científico da cidade acadêmica, juntamente com a oferta de cursos de pós-graduação lecionados em inglês, atrai anualmente um número significativo de pesquisadores e estudantes estrangeiros, principalmente oriundos da Ásia (p.ex., China, Japão e Coreia do Sul), o que a torna, em proporção, uma das regiões mais internacionalizadas da Ásia.

Assim posto, os Institutos da RAS em Akademgorok, juntamente com NSU e o Technopark sobressaem-se como um lugar diferenciado e único para realizações de Pesquisas Científicas e ensino.

### **3. Custo benefício**

A escolha do SB-RAS para a execução desse treinamento de Pós-Doutorado foi determinada levando em consideração algumas variantes. O fato de que a modalidade Treinamento de Pós-Doutorado no Exterior (PDE), no âmbito do Programa “Ciência Sem Fronteiras” (CsF, Cappes/CNPq), não conta com o auxílio de taxa de bancada e prevendo que uma demanda financeira seria necessária, principalmente considerando o objeto da pesquisa: análises modernas focadas em objetos geológicos do território Brasileiro, dentre as diversas localidades com centros de pesquisa de ponta elencadas para a execução desse treinamento, a realização em uma Instituição de Pesquisa na Federação Russa foi a que contou com o maior custo x benefício.

Ainda, levando em conta a relação cambial, à época da seleção da instituição de pesquisa: Real x Rublo (20:1), Dólar x Real (1:3,8) e Dólar x Rublo (65:1) a realização em Instituição da Federação Russa se mostrou a mais favorável. A *expertise* dos pesquisadores,

disponibilidade, variedade e acesso laboratoriais e custos, levantados previamente nas mais diversas instituições de pesquisas de ponta do mundo, também exerceu influência na escolha da IGM SB RAS.

O tempo de espera para a realização das análises e obtenção dos resultados, comumente com espera de poucos dias a algumas semanas, foi também um critério crucial para a seleção do IGM. Além disso, influenciou as possibilidades reais de parcerias científicas, análises sem ônus ou com preços significativamente reduzidos, tendo como contrapartida a coautoria de pesquisadores da casa.

Outro fator diferencial significativo pela seleção da SB-RAS com Instituição de Pesquisa para a realização do treinamento foi a conectividade entre os mais diversos institutos, e seus laboratórios e pesquisadores, com acesso facilitado e irrestrito a laboratórios modernos e cientistas pioneiros com prestígio internacional (p.ex; LA-ICP-MS no Instituto de Química Inorgânica).

Por fim, foi levado em conta o custo e qualidade de vida. Considerando novamente a taxa cambial supracitada e levando em consideração o acesso, quando não gratuito a baixo custo, das facilidades tanto do SB RAS quanto da NSU, como p.ex., dormitório modernos e novos, refeitórios, bibliotecas atualizadas, lanchonetes, internet, ambulatórios e atividades esportivas e de recreação e cultural.

#### **4. Acessos laboratoriais**

Na condição de um pesquisador em condição regular junto ao IGM SB RAS o acesso aos laboratórios e pesquisadores foi irrestrito, inclusive, com acesso facilitado aos demais Institutos da SB RAS e seus pesquisadores.

Um fator relevante a essa acessibilidade incondicional das facilidades da SB RAS foi contar com a Supervisão e dedicação do DR. Felix Petrovich Lesnov, um pesquisador sênior com prestígio e contato tanto dentro dos diversos Institutos da SB RAS quanto em outras ramificações da RAS na Federação Russa (p.ex., braço dos Urais), Institutos de pesquisas e Universidades, abrindo portas e expandindo possibilidades para a execução de análises e parcerias científicas tanto durante o período de Treinamento quanto futuramente (p.ex., *A.P. Karpinsky Russian Geological Research institute*).

#### **5. Treinamento, métodos e produção analítica**

O treinamento de Pós-doutorado contou com uma abordagem multidisciplinar e multianalítica, contando com a participação direta do supervisionado, do supervisor e dos responsáveis pelos laboratórios em todas as etapas do treinamento. Houve ainda treinamentos *in loco*, com acesso ao *know how* dos especialistas e aos equipamentos,

incluindo a realização e acompanhamento dos tratamentos e validações dos dados analíticos, permitindo ainda ao bolsista a operação e manuseio dos equipamentos e o acompanhamento e realização dos processos envolvidos tanto nas análises quanto na preparação das amostras e padrões analíticos.

A primeira parte do Treinamento foi dedicada as discussões do contexto geológico de cada associação a ser investigada, assim como, o melhor modo de abordagem e o planejamento analítico para cada objeto geológico. Ainda, nessa fase inicial houve apresentações e discussões quanto as ideias e teorias adotadas em objetos similares existente nas mais diversas regiões do globo, com extensiva consulta bibliográfica e do acervo geológico e analítico provenientes tanto do território Russo quanto da ex USSR, inéditos ou não, como p. ex., rochas e associações do Ofiolito de Sacalina, no extremo leste da Rússia.

Parte dessa conceituação compõe livros e artigos recentes do supervisor como: *Rare Earth elements in Ultramafic and Mafic Rocks and their Minerals: main types of rocks: Rock forming minerals* (CRC Press, 2010), *Rare Earth elements in Ultramafic and Mafic Rocks and their Minerals: Minor and Accessory Minerals* (CRC Press; 2012) e *Petrologia e de maciços máfico-ultramáficos poligênicos da associação ofiolítica de Sacalina Oriental* (tradução livre; original em Russo; Novosibirsk - *Academic Publishing House*; 2015).

Ainda durante o primeiro semestre o treinamento, foram realizados diversos estudos microtexturais avançados. Para esta etapa foram confeccionadas mais de 30 lâminas delgadas e polidas as quais foram descritas utilizando microscópio ótico (Zeiss, Axio scope), equipados com polarizadores, luz transmitida e refletida. Complementarmente foram executadas imageamentos e análises em Microscópios Eletrônico de Varredura (MEV) acoplado com EDS (*Energy dispersive x-ray detector*; Fig. 2A), modelos Oxford (Inglaterra) com área de detecção de 10 e 40 mm. A utilização do MEV/EDS consumiu mais de 60 horas de uso e resultou numa substancial geração de dados englobando análises minerais (> 800), mapas elementares e uma diversidade de imagens texturais de alta resolução.

Destaca-se que todas as análises, sessões e tratamentos dados resultados das análises de MEV/EDS foram acompanhadas, assistidas e supervisionadas pelo especialista do IGM, Prof. da NSU e *lab manager* Dr. Anatoly Titov.

A segunda etapa do treinamento contou com uma maciça utilização de métodos e abordagens analíticas. Dentre as diversas realizadas destacam-se:

a) Análises de litogeoquímica de rocha total por fluorescência de raios-X e ICP-MS. As análises de Fluorescência de raios-X (XRF) foram realizadas no laboratório de análises de XRF da própria IGM SB RAS. A preparação contou com cadinhos de platina e a utilização de um forno de indução novo e moderno Lifumat 2,0-Ox, de fabricação alemã, com as análises

executadas por um espectrômetro de Raios-X ARL-9900-XP. As análises de ICP-MS foram realizadas no centro analítico da IGM SB RAS. Nessas análises foi utilizado um espectrômetro de massa *ELEMENT* de alta resolução, da Finnigan MAT (Alemanha), com um nebulizador ultrassônico U-5000T+.

Foram realizadas, no âmbito do projeto, 25 análises tanto de fluorescência de raios-X quanto de ICP-MS, com todas as etapas, tanto de seleção e preparação das amostras quanto da análise propriamente dita e o tratamento de dados, acompanhadas, assistidas e supervisionadas pelos especialistas dos laboratórios.

b) Análises de química mineral por microsonda (EPMA – *Eletron Probe Micro Analyses*). As análises por microsonda (elementos maiores, menores e traços) foram realizadas no centro analítico do IGM SB RAS e contou com um equipamento JEOL JXA-8100 (Fig. 2B). Foram executadas mais de 1800 análises químicas pontuais, em minerais, abrangendo mais de 25 amostras, silicatos, sulfetos e concentrados de zircões, que compõe 4 associações de rochas máfico-ultramáficas do Sul do estado de Minas Gerais. Todas as análises com caráter inédito e sem precedentes na região.

Todas as análises e sessões de EMPA, assim como o tratamento dos dados foram acompanhadas, assistidas e supervisionadas pelo especialista e *lab manager* Dr. Vladimir Karolyuk.

c) Análises de elementos do grupo da Platina (EGP) em rocha total por ICP-MS. A dosagem dos EGP + Re (ICP-MS) foi executado em 8 amostras distribuídas em 3 diferentes associações mafico-ultramáfica. Essa abordagem analítica envolve uma metodologia aprimorada pela pesquisadora chefe do laboratório Dra. Olga Kozmenka. O procedimento é um dos mais modernos e precisos na determinação desses elementos e consiste na utilização de uma autoclave de alta pressão e temperatura de 300°C. A concentração do Os é obtida a partir de sua diluição em etanol, com a solução submetida a análises de ID-ICP-MS.

Tanto o desenvolvimento das análises, assim como a preparação das amostras e o tratamento dos dados foram acompanhadas, assistidas e supervisionadas pela citada pesquisadora. Inclusive, os dados e os procedimentos analíticos comporão um artigo inédito Internacional (em inglês) contendo a metodologia (até então divulgada apenas em Russo) e os resultados dos dados (inéditos no Brasil), destacando a sinergia e interesse recíproco da pesquisa realizada adquirida entre o bolsista e os pesquisadores da IGM SB RAS.

d) Análises isotópicas U-Pb (SHRIMP II). Análises de SHRIMP II (*Sensitive High-Resolution Ion Microprobe*) foram realizadas em 3 concentrados de grãos de zircões oriundos de 3 associações mafico-ultramáficos de Minas Gerais. Esse método, atualmente, consiste no método mais moderno e preciso da geocronologia. Essas análises foram realizadas no

Instituto *A.P. Karpinsky Russian Geological Research institute*, utilizando os recursos financeiros do bolsista e parcerias científicas.

e) Análises por ablação a laser (LA-ICP-MS). Análises de ablação (LA-ICP-MS) a laser foram executadas *in situ* em silicatos e concentrados de zircão. Foram realizadas 6 sessões de análises as quais permitiram obter mais de 120 análises precisas de elementos menores, traços e terras raras. Ainda, foram dosados em algumas sessões isótopos de Hf e Lu em zircões e Mg em olivina e piroxênios, uma abordagem moderna e inédita em rochas ultramáficas brasileiras. As análises de LA-ICP-MS foram realizadas sem ônus para o bolsista através de parceria científica com o Instituto de Química Inorgânica da SB RAS. Elas foram executadas por espectrômetro de massa iCAP Q (Thermo Scientific) e um sistema de ablação a laser NWR 213 (New Wave Research)(Fig. 2C).

Todas as análises, sessões e tratamentos dados resultados das análises de LA ICP-MS foram acompanhadas, assistidas e supervisionadas pelo especialista e *lab manager* Dr. Nicolau Medvedev.

Ressaltam-se ainda investigações e estudos realizados em cooperação com pesquisadores que não tenham utilizados diretamente equipamentos analíticos, como p. ex., os estudos para a determinação das condições termobarométricas das paragêneses minerais.

Essa abordagem contou diretamente com a parceria, auxílio e *expertise* do Dr. Igor Ashchpkov, um dos maiores expoentes na área, que utiliza diversas calibrações termobarométricas determinadas por ele ao longo de suas pesquisas, assim como interações com calibrações existentes na bibliografia. Dentre seus diversos trabalhos destaca-se um *software* desenvolvido por ele que interage com diversas calibrações e estipula as condições termobarométricas de determinada associação mineral e modelagens termobarométricas do manto cratônico sub-siberiano.



Figura 2: A) Laboratório de MEV/EDS; B) Laboratório de Microsonda (EMPA); C) Laboratório de LA-ICP-MS; D) Laboratório de minerais de alta Pressão.

## 6. Atividades extras e complementares

O treinamento de Pós-Doutorado em questão não se restringiu apenas as atividades técnico-científicas. Inúmeras atividades extras e complementares foram realizadas objetivando um maior aproveitamento na realização de um treinamento no exterior dessa amplitude.

Dentre as diversas atividades extras e complementares realizadas destaca-se um curso contínuo de Russo realizado durante toda a permanência do bolsista na Rússia. Ele foi realizado no Departamento de Filologia da Universidade Estadual de Novosibirsk (NSU) e contou com 744 horas acadêmicas, excluindo as atividades socioculturais que muito contribuiu para a integração e crescimento pessoal do supervisionado.

Deste curso resultou um domínio em nível Intermediário B do idioma Russo (atestado por certificado) que permitiu um maior aproveitamento na leitura e discussões dos temas, expandiu o acesso aos pesquisadores que não dominam o idioma Inglês e possibilitou a participação em eventos técnico-científicos realizados tanto pela Universidade quanto pelos Institutos.

Ainda, houve a participação do Supervisionado em duas conferências científicas, ambas com apresentações de trabalhos orais (com certificados). A primeira foi realizada em abril de 2016 na cidade de Miass, região dos Urais, e a segunda realizada em junho de 2016, na

cidade de Novosibirsk. Adicionalmente, houve a participação em dois trabalhos de campo, sendo um realizado na região sul dos Montes Urais e o outro realizado na região das montanhas Altai. Ambos tiveram caráter mineralógico e metalogenético e contou com especialistas internacionais de diversas áreas.

## **7. Suporte financeiro e custeio**

Todo o recurso financeiro necessário para a permanência no país e a realização do treinamento e das Pesquisas, incluindo o custeio das análises, cursos e atividades extras e complementares foram provenientes da bolsa recebida pelo supervisionado, no âmbito do Programa Ciências sem Fronteiras. Recursos financeiros complementadas foram provenientes de recursos próprios do bolsista. Não existindo ônus adicional de quaisquer naturezas tanto ao Programa quanto as instituições financiadoras (CNPq/Cappes) e parceiras (IGM SB RAS e NSU).

Conforme esclarecido no item quatro, a suficiência financeira só foi possível graças as avaliações custo/benefício a partir das taxas cambiais existentes à época, o que tornaria a pesquisa totalmente inviável caso a escolha estivesse sido feita em um país onde a moeda em curso fosse uma moeda valorizada, como p. ex., Dólar, Euro e Franco Suíço.

Durante o período do treinamento no IGM SB RAS foram gastos diretamente com análises e custeio da pesquisa mais de U\$8.000,00, excluindo desse valor, as análises realizadas em parcerias e colaboração científica, o que seguramente elevaria essa monta substancialmente.

## **8. Produção científica e resultados alcançados**

O significativo ganho de conhecimento e experiência possibilitará ao pesquisador regresso aplicar a *expertise* adquirida aos mais diversos objetos geológicos do território Brasileiro, inclusive reconhecer processos, levantar questões e realizar abordagens modernas em associações máfico-ultramáficas de qualquer natureza e ambiência do território brasileiro.

Considerando que processos petrogenéticos inéditos e sem precedentes no Brasil, até então, foram reconhecidos e estudados nas amostras investigadas, o modo como compreendemos a gênese, evolução e significado de certas associações máfico-ultramáficas e suas especializações metalogenéticas, no território brasileiro, podem sofrer mudanças significativas

Ainda, essa novas informações e conhecimento, juntamente com os expressivos dados analíticos gerados, serão objetos de diversos artigos científicos. Alguns resultados já foram apresentados e publicados em duas conferências realizadas na Rússia (atestado por certificados) e dois artigos encontram-se submetidos e aceitos em periódicos científicos, com a previsão das publicações ao final de 2016. Esses artigos integrarão os conteúdos das revistas

*Notes of the Russian Mineralogical Society Journal*, de São Petersburgo e da *Reports of the Russian Academy of Sciences*, de Moscow. Ainda, há dois artigos submetido (em revisão), uma para o periódico *Precambrian Research* e o outro para a revista *Russian Geology and Geophysics*, de Novosibirsk (*Elsevier Journal*).

No entanto, diante da vultosa quantidade de informações e dados adquiridos no treinamento, outros artigos encontram-se em preparação, com muitos dados ainda sendo discutidos e trabalhados de maneira remota com os Pesquisadores da IGM SB RAS. A sinergia com esses Pesquisadores possibilitou que a pesquisa continuasse em parcerias científicas e se estendesse a outras associações mafico-ultramáficas do território brasileiro.

Outro ponto a ser destacado é o resultado alcançado. Foram identificados diversos processos petrogenéticos inéditos e sem precedentes tanto na região quanto no território nacional, como p. ex., o reconhecimento de resíduos astenosféricos imbricados em sequencias Neoproterozóicas associados com geração de *melts* e hibridização de ultramáficas refratárias. Ainda foram reconhecidos restos de assoalho oceânicos, de idades riacianas (inéditas) e a extensão de sequencias *greenstone belts* arqueanas em áreas antes descritas como Neoproterozóicas.

Essas novas informações, suportadas por dados analíticos modernos (SHRIMP II; análises de isótopos; LA-ICP-MS) possibilitarão avançar substancialmente no entendimento das associações máfico-ultramáficas do sul mineiro e da evolução geodinâmica dessa região.

Ainda, o aspecto metalogenético e o potencial econômico desses corpos foram temas abordados com exaustão. Considerando que alguns corpos exibem indícios de mineralizações de Au e Cr, outros, mineralizados em Ni e com potencial para Elementos do Grupo da Platina (EGP), abordagens e estudos metalogenéticos dirigidos foram realizadas. Destacam-se as investigações dos EGP+Re+Au (ICP-MS) em três das associações investigadas, expressivas análises de MEV/EDS e EPMA em sulfetos assim como modelagens metamórficas/metassomáticas e ígneas para a determinação do potencial ou não dessas associações.

Esses estudos quando combinados possibilitaram caracterizar esses corpos não somente quanto aos seus processos petrogenéticos, mas também quanto as suas especializações minerais. Desta forma, os avanços obtidos tornar-se-ão um instrumento não apenas para pesquisas científicas, mas também uma ferramenta de fomento para a mineração e que conforme exposto acima, constarão em diversos artigos científicos e relatórios técnicos disponíveis ao público geral, conforme colocado no item 9.

## 9. Observações Finais

Algumas ressalvas merecem destaque quanto à execução do projeto. Alterações no cronograma original foram realizadas em virtude do surgimento de novas possibilidades analíticas e abordagens avançadas somente descobertas *in loco*. Disso resultou uma maior aquisição de dados e informações.

A expressiva geração de dados, oriundos de abordagens multi-disciplinares, exige o conhecimento e domínio das técnicas envolvidas e uma constante interação com os especialistas. Desta forma, a abordagem aos objetos de estudo está longe de exaurida e os estudos, parcerias e colaborações continuam sendo executadas mesmo de maneira remota, com possibilidades de novas análises à medida que os novos resultados e informações vão sendo gerados e trabalhados.

Outro ponto de destaque advém da condição do bolsista como parte do quadro de funcionários do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SBG), empresa pública a qual concedeu liberação total para a realização do treinamento. Desta forma, todos os dados e informações oriundos da realização do projeto, além de incluídos em artigos científicos internacionais, compõem relatórios técnicos mais abrangentes e que brevemente tornar-se-ão públicos e estarão disponíveis, em língua portuguesa. Atendendo, desta forma o público em geral, estudantes e acadêmicos, assim como servirá de instrumento de fomento para a atividade da mineração na região que compreende os objetos geológicos investigados.

Ademais, a sinergia e o interesse recíproco na pesquisa entre o bolsista e os vários pesquisadores da IGM SB RAS proporcionou, além de inserir os corpos máfico-ultramáficos estudados em um contexto de debate internacional, o interesse na continuidade da pesquisa através de parcerias e cooperações científicas. Esses especialistas das mais diversas áreas da IGM vislumbram seus trabalhos publicados e divulgados em meios internacionais, que muito contribuirá com na divulgação do IGM SB RAS, além de expandir a abrangência da área de atuação desses pesquisadores.

Dentre as parcerias existentes e que continuarão futuramente destacam-se as com a Dra. Olga Kozmenka (laboratório de EGP); Dr. Vladimir Karolyuk (laboratório de EMPA); Dr. Igor Ashchpkov (Modelagem de P e T); Dr. Igor Sharygin (Laboratório de minerais de alta Pressão); Dr. Anatoly Titov (MEV/EDS) e com o Dr. Nicolau Medvedev (LA-ICP-MS).

Por fim, considera-se o resultado satisfatório, com ganhos tanto profissionais como pessoais que superaram as expectativas iniciais tanto para o bolsista quanto para o Supervisor que enriqueceu e aplicou seus conhecimentos em associações máfico-ultramáficas fora do seu alcance.

## **10.Agradecimentos**

De maneira especial são os agradecimentos ao Serviço Geológico do Brasil (SGB\CPRM), em especial a sua Câmara Técnico-Científica (CTC) e a SUREG-BH, pela liberação total com os vencimentos garantidos, o que possibilitou o custeio de todas as análises programadas, além da execução de análises adicionais, participação de conferências e atividades de campo. Ainda, com apreço especial são os agradecimentos ao CNPq/CAPES e o programa “Ciências Sem Fronteiras”, pela oportunidade da realização desse treinamento de Pós-Doutorado no exterior, o que possibilitou um crescimento tanto profissional quanto pessoal. E, em mesmo nível de estima, são os agradecimentos ao corpo técnico-científico da IGM SB RAS, em especial ao Supervisor Dr. Felix Petrovich Lesnov e aos *lab managers* dos diversos laboratórios utilizados na pesquisa e os pesquisadores envolvidos de uma maneira ou de outra na participação e colaboração na execução do projeto ao longo do período do treinamento. Não menos efusivo é o meu agradecimento aos professores, colegas e pesquisadores da NSU que nunca faltaram com dedicação, respeito e empenho tanto na realização do projeto quanto nas atividades complementares.

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro