

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA DA CRIOSFERA

Proposta para o edital CNPq 15/2008 –
MCT/CNPq/FNDCT/CAPES/FAPEMIG/FAPERJ/FAPESP
Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia e Inovação

2008

JEFFERSON CARDIA SIMÕES

RESUMO

Este projeto propõe a implementação do primeiro programa nacional de pesquisa da criosfera (a massa de neve e gelo da Terra). O Instituto Nacional de Ciência da Criosfera (INCC) integrará sete laboratórios associados dedicados aos estudos da variabilidade de diferentes componentes da massa de gelo planetária (gelo marinho antártico, geleiras e o manto de gelo antártico, geleiras andinas, permafrost) e sua resposta a mudanças climáticas. Parte dos subprojetos dedicará recursos para modelagem numérica das inter-relações no sistema criosfera-oceano-atmosfera no presente e no passado recente (até o Último Máximo Glacial) para testar a sensibilidade do clima brasileiro, por exemplo, à variabilidade na extensão do mar congelado austral (variação sazonal entre 1,9 e 19 milhões de quilômetros quadrados). O programa inclui ainda a complementação de um laboratório dedicado à análise e interpretação de testemunhos de sondagem de gelo e à montagem de um centro nacional de monitoramento da criosfera. Este último atuará com assessoria diante instituições nacionais envolvidas com a questão do meio ambiente e mudanças do clima, principalmente sobre o impacto do derretimento de parte da criosfera para o nível médio dos mares. O programa desenvolverá rotinas para o uso de imagens do sistema CBERS para a pesquisa glaciológica sul-americana. Finalmente, a ação permitirá a realização de pesquisas do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) no interior daquele continente.

O INCC terá sua coordenação no **Centro Polar e Climático (CPC)** do Instituto de Geociências da **Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)** e será localizado em prédio construído especialmente para esta ação e com recursos já existentes (CTINFRA). Os seis laboratórios associados estão assim definidos: Grupo de pesquisa sobre o Oceano Austral e o Gelo Marinho, Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG); o Centro de Estudos de Interações Oceano-Atmosfera-Criosfera do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Santa Maria, RS; o Laboratório de Oceanografia, Clima e Criosfera do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP; o Centro de Biogeoquímica Polar e Subtropical da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ; o Laboratório de Geofísica de Geleiras do Observatório Nacional (ON), Rio de Janeiro, RJ; o Centro TERRANTAR: Permafrost-Criossolos-Ecosistemas Terrestres e mudanças climáticas na Antártica, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG. O CPC envolverá 147 pesquisadores, colaboradores e alunos, dos quais 81 são doutores, de 20 instituições nacionais de pesquisa e 19 internacionais.

O programa de formação formal (pós-graduações) focará a questão das inter-relações entre as regiões polares e o ambiente brasileiro, explorando os processos acoplados do sistema atmosfera-oceano-criosfera. No caso da ciência glaciológica, a meta é duplicar o número de doutores brasileiros em 5 anos. O programa de educação em ciência do INCC incluirá o desenvolvimento de módulos de *e-Learning* de acesso livre, cursos de curta duração sobre as regiões polares para professores do Ensino Médio e o desenvolvimento de sites de divulgação pela Internet.

A proposta atende prioridade estratégica do plano de metas do Ministério da Ciência e Tecnologia (Ação 14.4 - C, T & I na Antártica), especificamente para atingir as seguintes metas: (a) apoio às atividades de processamento, análise e síntese de dados de correntes da pesquisa realizados durante o Ano Polar Internacional (API); (b) implementação de uma rede

de monitoramento atmosférico, oceânico e criosférico; (c) modernização de laboratórios científicos voltados à ciência antártica. A agenda científica da proposta também contribui para outras ações para a questão do clima, como a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Rede CLIMA) estabelecida pelo CNPq.

OBJETIVO

O termo **criosfera** descreve coletivamente todos os elementos do sistema terrestre contendo água no estado sólido e inclui o gelo marinho, gelo fluvial e lacustre, a cobertura de neve, precipitação sólida, permafrost, solo sazonalmente congelado, geleiras, calotas de gelo e principalmente os dois mantos de gelo do planeta (Antártica e Groenlândia). No presente, o gelo permanente cobre 10% por cento da superfície do planeta, e no passado recente (18.000 anos antes do presente) cobriu 30%.

A presença de água no estado sólido na atmosfera, sobre a terra, ou da superfície do oceano afeta o balanço de energia global, a umidade, fluxo de gases e partículas, formação de nuvens, precipitação, condições hidrológicas. O gelo é um dos principais controladores da circulação oceânica e do nível dos mares. Ainda, as camadas de gelo das geleiras e mantos de gelo contêm o melhor registro paleoclimático para os últimos 800 mil anos, provendo valores de referência para a interpretação das variações climáticas modernas e avaliação do impacto antrópico no meio ambiente. No caso dos países limítrofes do Brasil, as geleiras andinas são importantes fontes de recursos hídricos e de energia hidroelétrica, possibilitando vida e agricultura em áreas relativamente áridas

Apesar do importante papel da criosfera no sistema ambiental e, mais particularmente, a proximidade do Brasil à maior massa de gelo da Terra (o manto de gelo antártico com 90% do volume do gelo planetário, 13,6 milhões de km², 25 milhões de km³) que exerce forte influência sobre a circulação atmosférica e oceânica da América do Sul e seu entorno, as investigações nacionais sobre o tema ainda são muito restritas. Mesmo o Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), ao completar 25 anos, ainda não realiza estudos no manto de gelo, pois está restrito à área costeira e oceânica ao norte do Círculo Polar Antártico.

Ao considerar o papel da criosfera no sistema ambiental e a necessidade de estudos prospectivos sobre o impacto da variabilidade e mudanças do clima na massa de gelo e as consequências para o Brasil, esta proposta de formação de um **Instituto Nacional de Ciência da Criosfera (INCC)** tem como **objetivo principal** integrar a comunidade científica nacional que investiga o papel das geleiras, manto de gelo, gelo marinho e permafrost na Antártica e nos Andes. Como subproduto desta ação, ampliar a área geográfica de atuação do PROANTAR, adquirido experiência em missões científicas em condições extremas.

Esta proposta responde as recentes iniciativas do governo federal para a ampliação do papel do Brasil na questão antártica (por exemplo, a aquisição de novo navio polar) e **atende prioridade estratégica do plano de metas do Ministério da Ciência e Tecnologia (Ação 14.4 - C, T & I na Antártica), especificamente para atingir as seguintes metas: (a) apoio às atividades de processamento, análise e síntese de dados decorrentes da pesquisa realizados durante o Ano Polar Internacional (API); (b) implementação de uma rede de monitoramento atmosférico, oceânico e criosférico; (c) modernização de laboratórios científicos voltados à ciência antártica.**

RELEVÂNCIA DO TEMA E JUSTIFICATIVA

A **cobertura de gelo do planeta tem papel fundamental no sistema ambiental** como mostram as seguintes constatações: (1) Os mantos de gelo e geleiras cobrem uma área de 16 milhões de km², atingindo uma espessura máxima de 4.776 m na Antártica; (2) Este volume de gelo (28 milhões km³), se derretido, equivaleria a um aumento de 60 metros no nível médio dos mares. Qualquer modificação nesta massa, por consequência, teria implicações importantes para as regiões costeiras; (3) O Manto de Gelo Antártico (13,95 milhões de km², 90% do volume do gelo terrestre) é o principal sorvedouro de energia (*heat sink*) do planeta e portanto um dos principais controladores do sistema climático; (4) A maioria da água de fundo dos oceanos é formada debaixo das plataformas de gelo antárticas (partes flutuantes do manto) ou sob o cinturão de mar congelado (*sea ice*) que circunda aquele Continente; (5) A área coberta por gelo marinho no hemisfério sul oscila sazonalmente entre 3 e 19 milhões de km², alterando marcadamente o padrão de troca de energia entre o oceano e atmosfera ao longo do ano; (6) A estratigrafia e química da neve do gelo polar e de geleiras de altitude fornecem uma das melhores técnicas paleoclimáticas, possibilitando a reconstrução da evolução atmosférica ao longo de 800 mil anos.

Drásticas mudanças foram detectadas durante as últimas décadas nas áreas do planeta cobertas por neve e gelo. Por exemplo, foram detectadas desintegrações de plataformas de gelo (Rack e Rott, 2004)*, aceleração da velocidade de fluxo e consequente diminuição da espessura de geleiras (Pritchard et al., 2007), mudanças nos padrões de acumulação e ablação (Vaughan, 2006), retração de frentes de geleiras (Simões et al., 1999; Arigony-Neto, 2006; Ribeiro et al., 2007), variações nas zonas superficiais de neve e gelo e cobertura de neve sazonal (Rau e Braun, 2002; Arigony-Neto et al., 2007; Arigony-Neto et al., aceito), redução da área de gelo marinho sazonal e permanente (Parkinson, 2002), etc. Apesar do tempo de resposta desses processos às mudanças climáticas permanecer incerto, é evidente a dependência das mudanças observadas em função de variações em parâmetros climáticos (King e Harangozo, 1998; Kaser, 1999; Vaughan et al., 2003). Porém, a falta de observações sistemáticas nessas áreas de difícil acesso impossibilita a estimativa precisa da contribuição da criosfera para variações no nível médio dos mares (Rignot et al., 2004; Rignot et al., 2005) e futura resposta às mudanças climáticas (Vaughan, 2006).

Projeções do IPCC indicam que mantidos os atuais índices de emissões dos gases estufa, a temperatura média do planeta provavelmente aumentará entre 1,8 e 4°C nos próximos 100 anos, contribuindo para o derretimento das massas de gelo do planeta e consequentemente **aumento do nível médio dos mares entre 18 e 59 cm** (IPCC, 2007). Isso **resultará em implicações diretas para as zonas costeiras do país**. Além disso, grande parte do território brasileiro é afetada diretamente pelas massas de ar e correntes oceânicas que se deslocam da Antártica e do Oceano Austral. Variações na cobertura do gelo antártico (glacial e marinho), por exemplo, afetam a dinâmica das massas de ar polar, causando **implicações sobre os diversos tipos climáticos brasileiros**.

* **Referência bibliográficas completas são encontradas nos projetos científicos associados a esta proposta (anexos)**

O **continente Antártico**, com seu fantástico manto de gelo que aprisiona grande parte (80%) das reservas mundiais de água doce, é **separado da região oceânica adjacente através de um complexo sistema de correntes e frentes costeiras e de plataforma**. Este sistema define um limite entre o reservatório de água doce contido nos manto/plataformas de gelo e as águas oceânicas (e mais salinas) ao largo. A água doce de origem continental que rompe esta barreira oceanográfica, e se desloca para o norte além deste sistema frontal, influencia o oceano global impactando a formação do gelo marinho e das águas densas que são protagonistas na grande célula oceânica de revolvimento meridional (*meridional overturning circulation*). O processo de transformação e geração das águas densas em algumas regiões chave no entorno do continente Antártico impactam no clima global tanto através do oceano (influenciando na intensidade e propriedades da célula de revolvimento meridional) como através da atmosfera (influenciando o calor liberado do oceano para a atmosfera, principalmente no hemisfério sul). Os balanços (umidade/calor) envolvidos nestes processos estão, atualmente, dentre as maiores incertezas nos modelo climáticos (particularmente no hemisfério sul).

O **Oceano Austral** é de fundamental importância para o estudo climático, pois é o principal meio pelo qual ocorrem as trocas de energia, calor e massa entre as três bacias oceânicas. Acredita-se que essas trocas tenham um papel significativo no controle do clima mundial. Além disso, a variabilidade sazonal e interanual da cobertura do gelo do mar tem também um impacto significativo nos processos de modificações das massas de água, em particular nas bacias do Mar de Weddell e no Mar de Ross. Nessas duas regiões chaves, a **formação do gelo e seu derretimento** influenciam a estabilidade do oceano superior devido à mudança da salinidade. Esses mecanismos afetam diretamente o processo de formação das massas de água que por sua vez influenciam a circulação termohalina global. Estudos observacionais sobre a interação do gelo marinho com a atmosfera mostram que há uma forte retroalimentação entre os dois, particularmente nas escalas de tempo mais rápidas (intra-sazonal), entretanto, o mecanismo que rege tais processos ainda não está claro.

Em outras palavras, o **gelo marinho** é importante no clima das regiões polares por modificar o balanço de radiação, energia e os processos de troca de massa. Sua presença tem o efeito de reduzir a TSM, de redirecionar as correntes de superfície e de mudar a taxa de subsidência das águas de superfície nas latitudes Antárticas. Como as anomalias de gelo marinho tendem a persistir por vários meses elas podem ter o potencial de afetar fortemente a circulação atmosférica e oceânica. Entre os estudos observacionais que mostram a relação entre o gelo marinho Antártico e a circulação atmosférica do Hemisfério Sul temos Carleton (1981); Simmonds & Jacka (1995); Yuan & Martinson (2000); Kwok & Comiso (2002). Entretanto, estes estudos não focam a região do Atlântico Sul e Austral.

A **circulação das águas no entorno do continente Antártico** é dominada pelo transporte associado com a *Frente Antártica de Talude* (FAT), uma feição oceanográfica quase circumpolar localizada ao longo do talude continental (Jacobs, 1991; Fährbach et al., 1992; Heywood et al., 2004). Os poucos *transects* históricos através da margem continental Antártica demonstram grande variabilidade neste sistema frontal. Alguns revelam uma única corrente costeira direcionada para oeste e outros revelam um sistema costeiro complexo composto de várias correntes sobre a plataforma e talude. Estas correntes e frentes associadas formam barreiras dinâmicas que controlam as trocas entre a margem continental e o oceano profundo. Estas feições, através de sua influência nas taxas de mistura turbulenta, afetam a profundidade que as águas densas recém formadas podem penetrar.

Fortes correntes associadas à maré astronômica também interagem com estes processos (Whitworth & Orsi, 2006). Através do transporte de calor sob a capa de gelo marinho, estas correntes influenciam a taxa de degelo e a formação de *polynias* oceânicas. Desta maneira, as estruturas oceanográficas na margem continental Antártica constituem-se barreiras tanto físicas como dinâmicas que controlam os fluxos meridionais de propriedades relacionados com o balanço de água doce no continente Antártico.

O entendimento dos processos de conexão global entre o oceano, a atmosfera e a criosfera na Antártica e seus arredores com o Continente Sul-Americano passa, necessariamente, pelo entendimento dos processos de grande e meso-escala que ocorrem no Oceano Atlântico Sul-Occidental (Sudoeste) e na atmosfera imediatamente acima. O avanço da ciência e dos estudos climáticos tem levado a comunidade científica a estudar e tentar compreender melhor o papel do Oceano Atlântico Sudoeste no clima da América do Sul. Até o presente, essa região não foi extensivamente estudada. Os efeitos no clima e tempo da América do Sul ainda não são completamente entendidos, especialmente nas regiões costeiras do sul e sudeste do Brasil. Esta região é caracterizada pelo surgimento e passagem de tempestades (frentes frias, tormentas e ciclones) que acabam por atingir a porção sul e sudeste da América do Sul. Um melhor entendimento dos processos de interação oceano-atmosfera ocorrendo nesta região terá reflexos numa melhora das previsões de tempo e clima para o Brasil e demais países sul-americanos.

Um dos parâmetros mais importante para a compreensão das interações climáticas do planeta, são os **aerossóis atmosféricos**. Alterações nas suas propriedades podem induzir mudanças em padrões locais de precipitação e de extensão da cobertura de nuvens, que podem significar modificações no ciclo hidrológico de uma região e na fração de radiação solar que é refletida de volta ao espaço.

O estudo de **aerossóis atmosféricos no Continente Antártico** tem grande interesse devido à importância deste continente sobre a climatologia global e por sua baixa influência antropogênica. Aerossóis introduzidos na atmosfera pela crosta terrestre dos continentes adjacentes, pela atividade humana e pela superfície dos oceanos têm sido empregados na monitoração da advecção das massas de ar de origem continental para as latitudes austrais. Estudos da química e da física atmosférica no sistema estratosfera-troposfera têm sido avaliados de forma sistemática no Continente Antártico em virtude da redução da camada de ozônio. Entretanto, de um modo geral, tem-se postulado que as fontes antropogênicas locais representam baixo ruído de fundo. Este parâmetro quando controlado possibilita avaliar com maior exatidão o ciclo dos aerossóis e gases minoritários na atmosfera terrestre, sua relação com as trocas gasosas através da troposfera, seu impacto global sobre o clima e sua importância relativa no balanço energético do planeta. Dentro deste ponto-de-vista, as monitorações em estações remotas tem papel fundamental na determinação mais precisa dos períodos de residência atmosférica, diluição e transporte de aerossóis e gases em escala global. O uso de modelos numéricos para o transporte global e para os processos fotoquímicos que ocorrem na atmosfera, principalmente no contexto da baixa atmosfera (troposfera e da estratosfera), tem contribuído de forma relevante para os estudos de transporte, deposição e interação de aerossóis, produzidos a milhares de quilômetros da Antártica (Evangelista, 1998). A presença de produtos de origem antrópica em matrizes bióticas e abióticas pertencentes aos ecossistemas antárticos está relatada na literatura antártica em inúmeras referências. Pode-se citar como exemplo a presença de radionuclídeos artificiais, liberados durante testes atômicos, nas estratificações do gelo das

calotas polares e em terrenos aflorantes no verão austral (Pourchet *et al.*, 1983, Schuller *et al.*, 1995); de metais pesados incorporados ao sangue de espécies de pingüins, ao conteúdo muscular do Krill, às espécies de líquens (Schuch *et al.*, 1993; Roos *et al.*, 1994), musgos (Roos *et al.*, 1994) e algas. Estes compostos antropogênicos detectados na Antártica são representativos de um largo espectro da atividade humana em diversas regiões do globo e são gerados desde a simples queima de combustível de origem fóssil até os testes atômicos a céu aberto desenvolvidos desde o início da década de 50.

A ciência dos **testemunhos de gelo** provê informações essenciais para a compreensão da evolução da química atmosférica e do clima ao longo dos últimos 800 mil anos. Esses verdadeiros arquivos naturais de informações ambientais preservam a química original do momento da condensação e precipitação dos cristais de neve, pois geleiras e mantos de gelo são constituídos por neve que acumulou e acumula-se na forma de camadas horizontais ao longo do tempo.

O registro geoquímica (mais corretamente, glacioquímico) dos testemunhos de gelo conta uma história detalhada sobre a composição química atmosférica, eventos climáticos e processos vulcânicos. As mais de 50 variáveis medidas nesses testemunhos provêm informações, por exemplo, da variação da temperatura média superficial do planeta, variabilidade e origem da precipitação, da atividade biológica terrestre e marinha, da poluição global, sobre a capacidade de oxidação da atmosfera, atividade solar, vulcanismo, influxo de material extraterrestre, processos de desertificação e variabilidade do nível dos mares. A grande resolução temporal desse arquivo (algumas vezes mesmo semi-sazonal), permitiu a investigação em detalhe dos ciclos glaciais-interglaciais, claramente mostrando um sistema de rápidas oscilações e abruptas variações climáticas, algumas vezes no espaço de uma geração humana. Já para os últimos 10 mil anos, os testemunhos de gelo apresentam o mais detalhado registro da variabilidade climática e a interferência antrópica na química atmosférica.

Os testemunhos mais profundos e com gelo mais antigo foram obtidos nos dois mantos de gelo (Antártica e Groenlândia). Na Antártica, onde o gelo atinge quase 5 km de espessura, na estação franco-italiano do Domo C (Domo Concordia - EPICA *ice core*) a perfuração atingiu 3.270 m de profundidade, recuperando amostras formadas há 800.000 anos, já na estação russa de Vostok foi realizada a perfuração mais profunda (3623 m, 420 mil anos de dados), Domo Fuji atingiu 3029 m. **Foram as análises químicas das bolhas de ar retidos entre os cristais de gelo desses testemunhos que permitiram a determinação da concentração de gases estufa (CO₂, CH₄, NO₂) no período anterior das medidas diretas na atmosfera (somente a partir de 1958).** Os resultados mostram claramente um aumento em 36% na concentração de CO₂ e em 130% na de CH₄ desde o início da “revolução industrial”. Mais importante, ao longo dos últimos 720 mil anos nunca a concentração desses dois gases superou os valores das últimas 3 décadas. Essas informações tiveram alto impacto na negociação de vários protocolos ambientais (como o Protocolo de Quioto) e são base para muitas das discussões no âmbito do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC).

Solos criogênicos ou criossolos são típicos das regiões polares e subpolares e têm como principal característica a presença de uma camada permanentemente congelada, denominada **permafrost** (Kimble, 2004). O **permafrost** é parte da criosfera terrestre ocorrendo nas regiões polares e subpolares do planeta. Na Antártica, ainda são escassas

informações a respeito da distribuição, espessura, idade, propriedades físicas e químicas do *permafrost*. As características da camada ativa (porção do solo que descongela durante parte do ano) e do *permafrost* são altamente sensíveis às mudanças climáticas. Estas mudanças resultam em importantes respostas na hidrologia regional, funcionamento dos ecossistemas terrestres, estabilidade da paisagem e nos impactos ambientais de origem antrópica. Ainda, os solos e *permafrost* da Antártica guardam importantes registros de mudanças ambientais e atividade biológica ocorridas a milhões de anos atrás.

Apesar de todas estas constatações e da proximidade do Brasil (somente 3.200 km da Península Antártica), pouco se sabe sobre a influência do gelo antártico no sistema climático ambiental do país. No momento só existe um grupo de pesquisas glaciológicas nacional (na instituição sede desta proposta) e as pesquisas são basicamente restritas a região costeira e oceânica devido as limitações logísticas do PROANTAR (atuando basicamente ao norte do paralelo 66°S). Esta proposta integrada de instituto nacional de C, T&I propõe-se a sanar tanto questões científicas detalhadas adiante como ampliar a ação do PROANTAR para dentro de um continente de 13,6 milhões de km² coberto (99,5%) por um manto de gelo com 2.000 metros de espessura média.

As geleiras tropicais desempenham um importante papel no sistema hidrológico e socioeconômico de muitos países. Elas são essenciais para abastecer as comunidades locais de água para o consumo; produzir energia em pequenas centrais hidroelétricas; suprir água para a agricultura; assim como são de grande valor paisagístico para o turismo. No mundo todo mais de 3 bilhões de pessoas depende diretamente ou indiretamente da água que flui das montanhas para sobreviver, sendo que, muitas vezes sua importância transcende a área onde estão localizadas, fornecendo fluxo de água para os rios localizados nas áreas mais baixas.

De maneira geral, durante o século XX, as geleiras perderam parte de suas massas. As geleiras de montanha, mesmo constituindo apenas 1% do volume da criosfera, contribuíram com 25% do aumento do nível médio dos mares entre 1988 e 1998 (Dyurgerov e Meier, 2004). Portanto, além da relevância socioeconômica, essas geleiras são consideradas importantes controladoras do nível médio dos mares.

Nas áreas tropicais essas geleiras existem na América do Sul (entre a Bolívia e a Venezuela). Os Andes têm aproximadamente 99% das situadas nos trópicos. Dos 2.500 km² de massa glacial situadas na América do Sul, 70% localizam-se no Peru, 20% na Bolívia e 4% no Equador e Colômbia. Alguns estudos indicam que estas geleiras são afetadas pela variabilidade climática regional, especialmente durante as fases positivas dos eventos ENOS (El Niño-Oscilação do Sul), apresentando importante retração glacial nestes períodos (Francou, 2004). Finalmente, estas geleiras constituem as cabeceiras de vários rios formadores da bacia do rio Amazonas, e regulam sazonalmente a vazão na parte superior dos mesmos. Assim, o INCC também dedicará esforços no entendimento das geleiras andinas, o impacto das mudanças do clima nessas massas de gelo e conseqüências para as bacias hidrológicas brasileiras.

ESTRUTURA DO INSTITUTO

O INCC será formado por 7 grupos de pesquisas em 4 estado (RS, SP, RG e MG) e com a colaboração de instituições acadêmicas de mais 5 unidades da federação.

COORDENADOR: Jefferson Cardia Simões (Pesquisador CNPq 1B)
VICE-COORDENADOR: Maurício Mata (Pesquisador 2 CNPq)

COMITÊ GESTOR

Carlos Schaefer (Pesquisador 1C CNPq)
Ilana Wainer (Pesquisador 1C CNPq)
Heitor Evangelista da Silva (Pesquisador PROCIENTISTA UERJ/FAPERJ)
Jefferson Cardia Simões (Pesquisador 1B CNPq)
Maurício Mata (Pesquisador 2 CNPq)

Instituição Sede: **Centro Polar e Climático**
Instituto de Geociências
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre, RS
Coordenador: Jefferson Cardia Simões (Pesquisador CNPq 1B)

Laboratórios associados:

Grupo de pesquisa sobre o Oceano Austral e o Gelo Marinho
Laboratório de Estudos do Oceano e Clima
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
Rio Grande, RS
Coordenador: Maurício Mata (Pesquisador CNPq 2)

Centro de Estudos de Interações Oceano-Atmosfera-Criosfera
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Santa Maria, RS
Coordenador: Ronald Buss de Souza

Laboratório de Oceanografia, Clima e Criosfera
Instituto de Oceanografia
Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo, SP

Coordenador: Ilana Wainer (Pesquisador IC CNPq)

Centro de Biogeoquímica Polar e Sub-tropical (CBPS)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro, RJ

Coordenador: Heitor Evangelista da Silva (Pesquisador
PROCIENTISTA UERJ/FAPERJ)

Laboratório de Geofísica de Geleiras
Observatório Nacional (ON)
Rio de Janeiro, RJ

Coordenador: Jandyr M. Travassos (Pesquisador 2 CNPq)

**Centro TERRANTAR: Permafrost-Criossolos-Ecossistemas
Terrestres e mudanças climáticas na Antártica**
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Viçosa, MG

Coordenador: Carlos Ernesto G. R. Schaefer (Pesquisador IC CNPq)

PERFIL DOS MEMBROS DOS COORDENADORES DE LABORATÓRIOS

Jefferson Cardia Simões (Coordenador)

Primeiro glaciólogo brasileiro, professor da UFRGS e pesquisador IB do CNPq. Geólogo pela UFRGS, obteve seu Ph.D. em Glaciologia pelo *Scott Polar Research Institute (SPRI)* da Universidade de Cambridge (Inglaterra). É pós-doutor pelo *Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) du Centre National de la Recherche Scientifique* (França). Responsável pela introdução no Brasil da ciência glaciológica, leciona nos programas de pós-graduação em Geociências (Nota 7 CAPES) e Geografia (Nota 5 CAPES) da UFRGS. Criou o primeiro laboratório nacional voltado à pesquisa geográfica polar e à Glaciologia (Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas da UFRGS). Foi coordenador-geral da rede de pesquisas do PROANTAR (Antártica, as Mudanças Globais e o Brasil) no período 2002-2006. **Participou de 18 expedições polares.** Simões coordena a participação brasileira nas investigações de testemunhos de gelo antárticos e andinos e no programa *International Trans-Antarctic Scientific Expedition* (ITASE), do qual faz parte do comitê gestor. Também faz parte do comitê gestor da iniciativa *International Partnerships in Ice Core Sciences*. Publicou 61 artigos completos, 60% em periódicos internacionais, principalmente sobre a glaciologia das geleiras polares e andinas. É membro do Comitê Nacional de Pesquisas Antárticas (CONAPA) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), representando-o no *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR) do Conselho Internacional para Ciências (ICSU) como delegado altermo brasileiro. É **representante brasileiro na International Association of Cryospheric Sciences** (IACS/IUGG/ICSU) e na *International Glaciological Society* (IGS). É consultor ad-hoc de várias instituições nacionais e internacionais, a destacar o CNPq, CAPES, FAPESP e a *National Science Foundation - NSF (Office of Polar Programs)*. Simões participou do último relatório, como revisor, do Painel Intergovernamental da ONU sobre Mudança do Clima (IPCC). Em 2007 ganhou o **Prêmio Pesquisador Destaque** (Geociências) da **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul** (FAPERGS) por sua contribuição à pesquisa glaciológica.

Maurício M. Mata

É oceanógrafo (FURG, 1991), Mestre em Sensoriamento Remoto (UFRGS, 1996) e PhD em Oceanografia Física (Flinders University, Austrália, 2001). Atualmente, é professor Adjunto IV da FURG (RS) e bolsista de produtividade do CNPq atuando, principalmente, no temas relacionados à oceanografia física de meso e larga escala e de altas latitudes. Possui grande experiência em trabalho oceanográficos em altas latitudes, sendo um dos líderes do GOAL desde a sua concepção e já havendo participado de sete expedições para o oceano Austral, inclusive no inverno. No entorno do continente Antártico, já participou de atividades de coleta de dados hidrográficos na região da plataforma de gelo Larsen, de estudos associados ao gelo marinho do Mar de Weddell durante o inverno e da marcação e rastreamento de *icebergs* na mesma área. Atualmente é membro titular do Comitê de Ciências do Mar do Ministério de Ciência e Tecnologia, do Programa Nacional de Bóias Meteo-Oceanográficas (PNBOIA/GOOS/CIRM). Em nível internacional, é membro titular do IAnZONE (*International Antarctic Zone Science Steering Committee*) e um dos três representantes brasileiros junto ao SCOR (*Scientific Committee on Oceanic Research*).

Ronald Buss de Souza

É oceanógrafo (FURG, 1988), mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 1992) e doutorado em Oceanografia Física pela Universidade de Southampton, Reino Unido (2000). Atualmente é Pesquisador Associado I do INPE e atua como chefe do Serviço do Projeto Antártico do INPE no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS) em Santa Maria, RS. Tem experiência na área de Oceanografia Física com ênfase em processos de mesoescala, atuando principalmente nos seguintes temas: Sensoriamento Remoto dos Oceanos, Oceanografia do Oceano Atlântico Sul e Oceano Austral, instrumentação oceanográfica e processos de interação ar-mar.

Ilana Wainer

Professora Livre Docente do departamento de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Especialista em interação oceano-atmosfera e Clima utilizando modelos acoplados de alta complexidade para entender tanto o clima do passado (Holoceno Médio e o Último Máximo Glacial) quanto projeções futuras (aos moldes do IPCC) passando pela caracterização dinâmica do oceano presente. Além de extensa atividade de pesquisa e ensino ela participa dos comitês de direção de programas internacionais como o WCRP (*World Climate Research Program*), GCOS (*Global Climate Observing System*) além de ter participado como especialista em Oceanografia Física de grupo de trabalho do SCAR (*Scientific Committee for Antarctic Research*). Em nível Nacional ela é membro do Comitê de Ciências do Mar do MCT, do Comitê Brasileiro para o SCOR (*Scientific Committee for Ocean Research*) e do GOOS/Brasil.

Heitor Evangelista

Tem formação e atuação multidisciplinar. É Bacharel em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1986), mestre em Geofísica Espacial pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1990) e doutor em Ciências (Biociências Nucleares) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1998). Professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Chefe do Departamento de Biofísica e Biometria da Uerj. Pertence a 2 programas de pós-graduação: PGB/Uerj (nível 6 - CAPES) e PGEE/Uerj (nível 4 - CAPES). É pesquisador do CNPq (PROANTAR-Programa Antártico Brasileiro) e AEB (Agência Espacial Brasileira). É revisor dos periódicos Revista Brasileira de Geofísica, *Radiation Measurements* e *Water, Air and Soil Pollution*. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geocronologia recente, ciências atmosféricas e Mudanças Globais do Clima. É PROCIENTISTA pelo programa Uerj/FAPERJ e tem o título "**Jovem Cientista de nosso Estado**" pela FAPERJ. Já publicou 22 artigos em revistas internacionais nos últimos 6 anos.

Jandyr M. Travassos

Pesquisador Titular UIII do Observatório Nacional, possui graduação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1976), mestrado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1981), doutorado em Geophysics pela University of Edinburgh (1987) e pós-

doutorado pela Lamont-Doherty Observatory (1999). Tem experiência na área de Geociências , com ênfase em Geofísica Aplicada.

Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer

Bolsista de Produtividade em Pesquisa nível 1C do CNPq. Graduou-se em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Viçosa (1987), com mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (1990) e PhD em Soil Science pela University of Reading, Inglaterra (1994). Realizou Pós-Doutoramentos em Mineralogia e Química de solos e Ecologia de solos da Amazônia e Antártica, nas Universidades de Londres e Western Austrália, em 1995 e 2000, respectivamente. É Professor Associado II da Universidade Federal de Viçosa, ministrando cursos de pós-graduação no Departamento de Solos e Biologia Vegetal. Possui experiência na área de Ciência do Solo, Botânica, Ecologia da Paisagem e Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Solos da Antártica e Alta Montanha, Geomorfologia de Solos, Micromorfologia de Solos, Relações Solo-Vegetação, Ecologia e Solos de Ilhas Oceânicas Brasileiras, Solos da Amazônia , Ecologia Terrestre da Antártica. Possui 115 trabalhos publicados em revistas indexadas, internacionais e nacionais, com 15 artigos publicados sobre Antártica e regiões frias e Alta Montanha. É editor associado para América Latina do *Australian Journal of Soil Research*, e editor assistente da Revista Brasileira de Ciência do Solo e consultor de revistas internacionais (*Geoderma*, *Catena*, *Soil Science Society of America Journal*). Coordenou e colaborou na realização de mais de 30 levantamentos de solos e geomorfologia em todo o território Brasileiro.

A INSTITUIÇÃO SEDE - O CENTRO POLAR E CLIMÁTICO DA UFRGS

O Centro Polar e Climático, ora em implantação, surge da ampliação das atividades do Núcleo de Pesquisa Antárticas e Climáticas (NUPAC) do Instituto de Geociências (UFRGS). Ao longo dos últimos 15 anos, o NUPAC foi responsável pela execução do programa glaciológico nacional na Antártica e nos Andes. Tal programa atende tantas necessidades de pesquisa e ensino para a introdução de uma nova área de conhecimento no país, como também aspectos da política internacional do país (o Tratado da Antártida). Em particular, a criação do NUPAC permitiu pela primeira vez a realização de expedições glaciológicas nacionais e o ensino no país de disciplinas sobre a Geografia das Regiões Polares (graduação) e Glaciologia (Pós-Graduação) no país.

No processo, a equipe do NUPAC estabeleceu uma rede nacional de pesquisa voltada para obtenção e análise de testemunhos de gelo antárticos e andinos. Destacam as atividades conjuntas com o grupo de Meteorologia Antártica do CEPETC/INPE (líder: Dr. Alberto Setzer), com o Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais da Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ (líder: Dr. Heitor Evangelista) e o Instituto Astronômico e Geofísico (IAG/USP – líder: Dr. Tércio Ambrizzi). No exterior, o NUPAC mantém forte vínculo com o *Climate Change Institute* da Universidade do Maine (EUA), o *Laboratoire de Science du Climat et d'Environnement du Commissariat à l'Énergie Atomique*, e o *Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement* do CNRS – LGGE/França. Hoje, este núcleo apresenta uma das mais altas produtividades intelectuais dentro do Instituto de Geociências da UFRGS, contando com 8 professores pesquisadores e 22 alunos de mestrado e doutorado, bolsistas de iniciação científica e pessoa técnico.

Ao longo dos últimos 5 anos o NUPAC foi contemplado com recursos financeiros de várias agências de fomento (CNPq, CAPES, Fundação Volkswagen) para projetos de pesquisa na Antártica e no Andes, e também para montagem de infra-estrutura laboratorial mínima. Nos últimos 2 anos, o grupo adquiriu vários equipamentos analíticos (e.g., contador de micropartículas Coulter, cromatógrafo iônico, mesas de fluxo laminar), todos adaptados para análise em baixas concentrações (ppb) encontrada na neve polar. Ainda, hoje o grupo é o único no Brasil treinado e habilitado a executar missões dentro do continente antártico, essencial para estudos na área das Geociências e Ciências da Atmosfera. Para isso, o CNPq também concedeu recursos para compras de motos de neve e trenós.

I) Qualificação das atividades de ensino, pesquisa e de extensão

O CPC congrega pesquisadores nacionais e internacionais afiliados ao INCC dedicados a investigação do papel do ambiente glacial no sistema climático (em particular a Antártica), o clima e paleoclimatologia da América do Sul meridional e as mudanças climática. Isto permitirá a ofertar integrada de disciplinas nestas áreas aos programas de pós-graduação em Geociências.

O Instituto de Geociências (IGEO) da UFRGS apresenta uma forte integração com instituições similares dos países do Cone Sul, a presente proposta fortalecerá estas ligações tanto do ponto de vista do conhecimento científico como expansão da área geografia de atuação (incluindo o Andes). Entre os benefícios a serem trazidos ao IGEO podemos citar:

(1) A implantação de uma nova linha de pesquisa no pós-graduação (Paleoclimatologia e Mudanças do Clima). Indiretamente, as pesquisas a serem desenvolvidas beneficiarão outros grupos de pesquisa do Instituto ao melhorar o entendimento dos ciclos biogeoquímicos e mudanças ambientais ao longo do Quaternário na parte meridional da América do Sul; (2) Proverá espaço físico a um centro nacional de monitoramento da criosfera.

O centro também aumentará a integração do ensino universitário com o ensino básico ao oferecer cursos sobre as mudanças do clima e geografia polar aos professores do ensino básico.

II) Fortalecimento da integração da Universidade com a sociedade no âmbito regional e nacional

O centro junto com os grupos associados pelo INCC apoiará várias instituições e fóruns nacionais envolvidos com a questão das mudanças do clima. O grupo já assessora o Comitê Nacional de Pesquisas Antárticas (CONAPA), a Secretaria Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), a Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima/MCT e, especificamente para o Rio Grande do Sul, apoiará o Fórum Gaúcho de Mudança do Clima (sob coordenação da Secretaria Estadual do Meio Ambiente), também manterá banco de dados climáticos do estado.

Qualificação do Pós-Graduação ao qual está vinculado a instituição sede do INCC

Geociências (Conceito CAPES: 7)

O Programa conta com 151 alunos matriculados no semestre 2007/2, dos quais 86 doutorandos, e formou 500 mestres acadêmicos e 212 doutores desde a sua fundação em 1968. Os egressos encontram-se hoje em posições destacadas de liderança científica e profissional no país. A formação de recursos humanos qualificados por parte dos atuais 45 Docentes do Programa (33 Docentes Permanentes, 11 Docentes Colaboradores, 1 Docente Visitante) ocorre de forma integrada com a pesquisa científica, ensino de graduação e interação com a comunidade. Os projetos científicos liderados por Docentes do Programa abrangem todo o território brasileiro, alguns países vizinhos, partes da Europa, Antártica e África.

O Programa de Pós-Graduação em Geociências forma mestres acadêmicos e doutores em temas essenciais para o entendimento da porção mais externa do planeta - a crosta terrestre, que tem gravada em suas rochas e fósseis a história da Terra e contém todos os recursos metálicos e energéticos presentes no estabelecimento e evolução da civilização humana. Os temas abordados pelos pós-graduandos são de grande relevância para a ciência e para o desenvolvimento econômico e social do país, pois enfatizam a geologia do petróleo, gás natural e carvão, metais, água subterrânea, a costa atlântica, o fundo oceânico e a evolução da vida e da geologia nos diversos ambientes crustais. Também são significativos os estudos ambientais pelo seu grande significado para a qualidade de vida da população. Os pós-graduandos realizam intensos estudos de geologia de campo, mas o

Programa conta também com equipamentos analíticos de grande porte para estudos geoquímicos e isotópicos.

O Programa foi reconhecido em 1969 pelo CNPq como "Centro de Excelência" em Geociências e credenciado pelo Conselho Federal de Educação em 1972 para Mestrado e Doutorado. Esse nível de excelência, expresso pelo conceito máximo da CAPES (Nota 7) nas três últimas avaliações (2001, 2004 e 2007), foi construído pelos seus docentes, com a participação qualificada de seus alunos e apoio essencial dos técnicos administrativos. Tem sido fundamental a colaboração intensa da PETROBRAS, Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e da Agência Nacional do Petróleo (ANP), e a associação com diversas instituições de ensino do país e exterior. A inserção internacional ocorre de forma intensa com universidades de diversos países, como França, Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos da América, Canadá, Austrália, China, Cuba, Colômbia, Argentina, Uruguai e Chile.

PAPEL DOS CENTROS, GRUPOS E LABORATÓRIOS DO INSTITUTO

Em arquivos anexo ao projeto seguem projetos de atuação detalhado para cada um dos grupos do INCC.

7.1- CENTRO POLAR E CLIMÁTICO (CPC/UFRGS)

As pesquisas na instituição sede serão divididas em 3 grupos de trabalhos, abaixo detalhados:

7.1.1- Laboratório de Testemunhos de Gelo e Paleoclimatologia

Este grupo é dedicado a obtenção de testemunhos de gelo andinos e antárticos para estudar a variabilidade ambiental ao longo dos últimos 2.000 anos na América do Sul e explorar teleconexões existentes com a Antártica. Através da medição de diversos parâmetros no gelo, tais como acidez, conteúdo iônico, concentração de micropartículas, razões de isótopos estáveis de oxigênio e hidrogênio, condutividade elétrica e radioatividade beta, é obtido, por exemplo, informações sobre atividade vulcânica, fontes terrestres de poeira, extensão do mar congelado, atividade biológica terrestre e marinha, poluição em nível global, entre outras. A investigação inclui determinação de variações na taxa de precipitação, fonte de umidade, temperatura média, e o impacto de explosões vulcânicas. Na fase interpretativa atenção será dada ao estudo da variabilidade do gelo marinho e a investigação de teleconexões com processos de larga escala (e.g., ligados ao fenômeno ENOS) através de estudos de séries temporais ambientais. O projeto fornecerá e proverá dados de referência para projetos de mudanças do clima e biodiversidade antártica.

Ao longo dos próximos 4 anos o projeto tem como **principal objetivo** ampliar a amostragem no interior da Antártica, analisar um testemunho de gelo recentemente obtido no norte da Península Antártica e montar o primeiro laboratório. Associado às metas do projeto, são incluídas pesquisas por modelização numérica da circulação atmosférica polar (A ser realizado em cooperação com outros grupos do INCC).

No âmbito internacional, a obtenção destes testemunhos de gelo fará parte da contribuição brasileira ao programa *International Trans-Antarctic Expeditions* (ITASE - <http://www2.umaine.edu/itase/>) do PAGES (PAST GLOBAL CHANGES). Esta proposta inclui a realização das **primeiras expedições científicas brasileiras no interior do continente antártico** (no entorno da região de Patriot Hills, 80°19'S, 81°16'W) a aproximadamente 2.000 km ao sul da área de atuação do PROANTAR. A ação é também uma contribuição ao *International Partnership on Ice Core Sciences* (IPICS - www.pages.unibe.ch/ipics/index.html), em especial na montagem de uma rede global de testemunhos de gelo cobrindo os últimos 2.000 anos.

7.1.2- Grupo de Glaciologia e Nivologia da América do Sul

Este grupo tem suas atividades concentradas no monitoramento de geleiras bolivianas e peruanas correspondentes às nascentes do rio Amazonas, usando imagens

obtidas pelo satélite CBERS-2B. A equipe pertence ao **GRUPO DE TRABAJO DE NIEVES Y HIELOS DEL PROGRAMA HIDROLOGICO INTERNACIONAL PARA LATINOAMERICA Y EL CARIBE (GTNH PHI-LAC) – UNESCO**. O grupo propõe medir, modelar e interpretar a evolução glacial e hidrológica de duas áreas piloto de geleiras bolivianas que fluem para a bacia do rio Madeira. Além de levantar, com o uso de dados de sensores remotos, a extensão atual e flutuações nos últimos 20 anos das massas de gelo que contribuem para a bacia Amazônica. Modelos (atuais e de projeções de mudanças climáticas) para os sistemas glaciohidrológicos de alta montanha, através do processamento digital de imagens e da construção modelos digitais de elevação.

Uma segunda área de atuação do grupo, associada com o Laboratório Testemunhos de Gelo e Paleoclimatologia, é reconstituir séries climáticas a partir do registro de testemunhos de gelo na Bolívia (Nevado Illimani) e Peru (Quellcaya), e interpretar em termos de variações no ciclo hidrológico. A partir da determinação do processos controladores das razões isotópicas na precipitação ao longo do eixo do rio Madeira até a base da cadeia andina, modelar numericamente o processos e reinterpretar o registro no testemunhos de gelo do Nevado Illimani (Bolívia), verificando os principais controles climáticos (e.g., ENSO) das variações no total da precipitação anual. Esta parte do trabalho é executada em cooperação com *Laboratoire de Science du Climat et d'Environnement du Commissariat a L'Energie Atomique de Saclay (França)*.

7.1.3- Laboratório de Sensoriamento Remoto da Criosfera (ação integrada FURG/UFRGS)

Nas últimas duas décadas, o desenvolvimento de novos radares orbitais proporcionou o surgimento de uma excelente ferramenta para estudos da dinâmica das massas de gelo e neve, tornando-se cada vez mais importante neste campo de pesquisa. Atualmente, imagens de sensores radar constituem a única possibilidade de cobrir grandes regiões na Antártica e nos Andes e a presente disponibilidade de equipamentos computacionais habilita o processamento e análise de extensos conjuntos de dados. Dessa forma, produtos de sensoriamento remoto colaboram para preencher a falta de observações sistemáticas sobre a criosfera, gerando conjuntos de dados estatisticamente representativos para a precisa estimativa da contribuição das massas de gelo dessas regiões para variações no nível médio dos mares e futura resposta às mudanças climáticas.

Associados a esforços de outros grupos nacionais e internacionais, as atividades a serem desenvolvidas pelo **Laboratório de Sensoriamento Remoto da Criosfera** têm como objetivo preencher essa lacuna de informações confiáveis sobre a dinâmica da criosfera. Neste contexto, as pesquisas serão concentradas no desenvolvimento de métodos automáticos para o monitoramento das massas de gelo e neve na Antártica e nos Andes com a utilização de dados de diversos sensores remotos (inclusive do satélite sino-brasileiro CBERS); estimativa da influência de parâmetros meteorológicos e topográficos na variação das massas de gelo; e desenvolvimento e teste de produtos de sensoriamento remoto para a utilização em modelos climáticos, hidrológicos e de estabilidade da criosfera.

O grupo tem forte colaboração com o Instituto de Geografia Física da Universidade de Freiburg (Alemanha), garantindo acesso subsidiado a imagens e dados da Agência Espacial Européia.

7.2- GRUPO DE PESQUISA SOBRE O OCEANO AUSTRAL E O GELO MARINHO

Estudar de forma integrada processos oceanográficos nos oceanos de altas latitudes, especialmente no Oceano Austral é a meta do grupo. De forma geral, este grupo irá focar no entendimento da *variabilidade* hidrográfica das águas densas formadas no Oceano Austral, pois as mesmas tem um papel instrumental na manutenção da circulação oceânica mundial e, portanto, parte integrante do sistema climático terrestre. Além disso, o grupo propõe uma investigação detalhada das relações entre esta variabilidade e os processos que envolvem a interação do gelo marinho e gelo continental (na forma das plataforma de gelo e *icebergs*) em alguns pontos chave do Oceano Austral.

A estrutura do grupo é centrada no Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL) liderado pelo Laboratório de Estudos dos Oceanos e Clima do Instituto de Oceanografia da FURG, Rio Grande(RS). Outras instituições nacionais envolvidas no GOAL são o IO-USP, INPE e UERJ. Os integrantes do GOAL tem grande experiência em estudos oceanográficos em altas latitudes já tendo conduzido projetos de monta dentro do Programa Antártico Brasileiro como o DOVETAIL-Br (*Deep Ocean Ventilation Through Antarctic Intermediate Layers*- componente brasileira, 1999-2001), o REDE-1 – GOAL/Processos Oceanográficos Integrados (2002-2005), o PATEX (*Patagonian Shelf Break Experiment*, 2005-2007) e, atualmente, conduz o SOS-CLIMATE (*Southern Ocean Studies for understanding global climate issues*, 2007-2009). O SOS-CLIMATE constitui-se na principal ação da oceanografia brasileira no âmbito do IV Ano Polar Internacional. Finalmente, o GOAL já possui uma significativa contra-partida na parte de equipamentos necessários para a realização de experimentos em águas polares.

7.3- CENTRO DE ESTUDOS DE INTERAÇÕES OCEANO-ATMOSFERA-CRIOSFERA

O grupo estuda os processos oceânicos e atmosféricos que ocorrem no Oceano Atlântico Sudoeste e sua relação com o clima antártico. Neta proposta, propõe-se estudar os modos de variabilidade marinha e atmosférica, e os processos de interação oceano-atmosfera no Oceano Atlântico Sudoeste e relações com o Oceano Austral, assim como seu e seu impacto sobre o tempo e o clima das regiões sul e sudeste do Brasil.

Para tal, entende-se a região geográfica do Oceano Atlântico Sudoeste e sua atmosfera adjacente como um importante elo de ligação entre as altas e as médias latitudes do hemisfério sul-ocidental. Considera-se que essa seja uma das áreas-chave para melhor entender e prever o clima das regiões sul e sudeste do Brasil. As principais áreas de investigação dessa proposta são (1) observações sinóticas e simultâneas do sistema oceano-atmosfera-criosfera; (2) variabilidade espacial e temporal dos campos de temperatura da superfície do mar e do vento ao nível do mar, estimados a partir de dados de sensoriamento remoto; (3) assimilação de dados, de satélite e *in situ*, em modelos numéricos de clima e tempo e (4) instrumentação meteorológica e oceanográfica.

Através de medidas diretas sobre o oceano e a atmosfera, essa pesquisa espera descrever os mecanismos de acoplamento entre esses sistemas, e determinar os fluxos de calor e as estruturas das camadas limite atmosférica e oceânica. Com base nisso e em técnicas de assimilação de dados, espera-se avaliar a importância dessas técnicas para melhorar as previsões de clima e tempo realizadas a partir de modelos numéricos que são rodados em caráter operacional e não-operacional no Brasil. Ao mesmo tempo, a importância de determinar a variabilidade de meso-escala no oceano, seu papel sobre os campos de temperatura da água do mar e conseqüente impacto sobre os fluxos de calor entre o oceano e a atmosfera deve ser estabelecida. Somente assim acredita-se que o real impacto do oceano e a Antártica sobre o clima e tempo das regiões sul e sudeste do Brasil pode ser melhor entendido.

7.4- LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA, CLIMA E CRIOSFERA

Este grupo investigação o papel do Oceano Atlântico Sul e Austral no Clima Global com ênfase na interação entre Oceano-Atmosfera-Gelo Marinho no presente e desde o Último Máximo Glacial. Os oceanos Austral e Atlântico Sul, em particular, são objetos de maior interesse uma vez que as referidas bacias oceânicas influenciam mais diretamente o clima sob o Brasil. Para tanto, utilizam-se modelos acoplados de circulação geral de alta complexidade com o intuito de simular determinados cenários de mudanças climáticas. Modelos regionais e dados observacionais serão usados para entender os mecanismos físicos e estudar os processos de interação oceano-atmosfera-gelo marinho.

7.5- CENTRO DE BIOGEOQUÍMICA POLAR E SUB-TROPICAL (CBPS)

Um maior esclarecimento do sistema climático antártico, dos padrões de circulação atmosférica e dos processos biogeoquímicos associados trará significativas contribuições a reconstrução do clima recente do Hemisfério Sul e suas tendências. Neste contexto, o CBPS buscará um melhor entendimento do papel das micropartículas, compostos orgânicos, bioindicadores e gases minoritários como “marcadores” das alterações ambientais na América do Sul e Antártica Ocidental, seu papel como traçadores atmosféricos e do clima, suas implicações sobre os ciclos biogeoquímicos regionais e a variabilidade ambiental.

O CBPS atuará como um único grupo de trabalho, multidisciplinar, coordenado pelos Professores/Pesquisadores Dr. Heitor Evangelista da Silva, Dra. Kenya de Almeida Dias da Cunha, Dr. Anselmo Salles Paschoa e Dr. Antonio Carlos de Freitas; todos envolvidos em atividades relacionadas ao estudo dos processos biogeoquímicos da baixa atmosfera e criosfera, com larga experiência no uso de traçadores radioativos, monitoração atmosférica, análise de micropartículas e bioindicadores.

Um maior esclarecimento do sistema climático antártico, dos padrões de circulação atmosférica e dos processos biogeoquímicos associados trará significativas contribuições a reconstrução do clima recente do Hemisfério Sul e suas tendências. Neste contexto, o projeto buscará um melhor entendimento do papel das micropartículas, compostos orgânicos, bioindicadores e gases minoritários como “marcadores” das alterações ambientais

na América do Sul e Antártica Ocidental, seu papel como traçadores atmosféricos e do clima, suas implicações sobre os ciclos biogeoquímicos regionais e a variabilidade ambiental.

Em particular, o CBPS trabalha integrado a ações do Laboratório de Testemunhos de Gelo e Paleoclimatologia do CPC/UFRGS, principalmente na análise química e interpretação ambiental dos testemunhos de gelo antárticos e andinos. A ação conjunta dos dois grupos é essencial para a correta interpretação das variabilidade de parâmetros atmosféricos obtidos por *proxy* nos testemunhos de gelo.

7.6- LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE GELEIRAS

Este laboratório tem como meta principal apoiar as pesquisa glaciológicas com as técnicas geofísicas mais utilizadas no estudo do gelo: Radar de Penetração no Solo (GPR) e a Sondagem a Rádio (RES), técnicas de sensoriamento remoto de ondas eletromagnéticas (EM), baseadas na transmissão e posterior reflexão de um pulso EM em horizontes de contrastes dielétricos. A análise do sinal refletido fornece informações sobre as propriedades físicas e químicas do gelo, bem como do embasamento rochoso. Os dados EM podem ser complementados pelo método de reflexão sísmica, que fornece uma forma alternativa de obter a topografia do leito das geleiras.

Essa técnicas permitem a investigação da arquitetura interna de coberturas de gelo, das propriedades físicas que provocam as respostas geofísicas das camadas internas do gelo. Provê o entendimento da estrutura interna do gelo como registro integrado das interações entre o seu volume e embasamento rochoso e com o meio ambiente (e.g., erupções vulcânicas) dando informações essenciais para a escolha do local de perfuração de testemunhos de gelo e sua posterior interpretação.

7.7- CENTRO TERRANTAR: Permafrost-Criossolos-Ecossistemas Terrestres e mudanças climáticas na Antártica

O núcleo TERRANTAR tem o papel de articular e agregar grupos brasileiros na pesquisa do *permafrost* (i.e., o solo permanentemente congelado). A principal contribuição do Núcleo TERRANTAR ao INCC será a aquisição em tempo real de um conjunto de dados temporal e espacialmente distribuídos de forma a representar o estado do *permafrost* e da camada ativa ao longo de um gradiente pedoclimático da Antártica.

As determinações do TERRANTAR em seu componente de estudos de *permafrost* são parte da Rede Terrestre Global do *Permafrost* (GTPN), que investiga questões relativas ao impacto do aquecimento global para as regiões frias do planeta (tanto regiões polares quanto alpinas). As ações do TERRANTAR estão em consonância com o projeto *Antarctic and Sub-Antarctic Permafrost, Soils and Periglacial Environments* (ANPAS <http://erth.waikato.ac.nz/antpas/>), lançado em conjunto pela *International Permafrost Association* (IPA), pelo grupo de trabalho do SCAR - *Antarctic Soils, Permafrost and Periglacial Environments* dentro do Ano Polar Internacional.

METAS DO INSTITUTO

CURTO PRAZO

- 1) Integrar as ações de glaciologia, oceanografia do gelo marinho e climatologia polar para interpretação da variabilidade climática circumpolar.
- 2) Desenvolvimento de métodos automáticos para o monitoramento das massas degelo andina e antártica com a utilização de dados de diversos sensores orbitais.
- 2) Modelagem estatística e espacial da influência de parâmetros meteorológicos e topográficos na variação das massas de gelo antárticas e andinas.
- 3) Elaboração de cenários futuros de resposta da criosfera às variações em parâmetros climáticos estimadas pelo IPCC e as conseqüências para o Brasil.
- 4) Desenvolvimento de módulos de *e-Learning*, a serem utilizados em projetos de extensão que visem divulgar a relevância dos objetos de estudo do projeto
- 5) Monitorar continuamente as correntes costeiras, as propriedades da água e a deriva/derretimento de *icebergs* na região costeira ao largo da Península Antártica e no noroeste do Mar de Weddell.
- 6) Descrever a variabilidade espacial e dos principais ciclos de variabilidade temporal da temperatura da água do mar e ventos no Oceano Atlântico Sudoeste.
- 7) Identificar traçadores geoquímicos e microbiológicos como indicadores de circulação atmosférica e clima.
- 8) Desenvolver infra-estrutura laboratorial e de equipamentos para a coleta de dados geofísicos nas geleiras e manto de gelo antártico.
- 9) Organizar um banco de dados com os trabalhos já produzidos sobre permafrost no âmbito do PROANTAR.
- 10) Lançar *website* como forma de divulgação da pesquisa, disponibilização de resultados e canal de comunicação.
- 11) Implantar sistemas de monitoramento de *permafrost*.
- 12) Estabelecer locais para monitoramento contínuo de emissões e seqüestro de CO₂ na Antártica.

MÉDIO PRAZO

- 1) Construção de bobina para testemunhos de gelo (perfilagem do poço de perfuração).
- 2) Compor um banco de dados de correntes costeiras, propriedades da água e a deriva/derretimento de *icebergs* na região costeira ao largo da Península Antártica e no noroeste do Mar de Weddell.
- 3) Desenvolver uma rede antártica internacional e integrada de monitoramento climático dos solos e *permafrost*, com um total de 25 pontos permanentes de monitoramento pedoclimático em tempo real, abrangendo o gradiente climático James Ross-Shetlands.

- 4) Obter um conjunto amplo e padronizado e medidas de temperatura do *permafrost* e perfis de solos em toda a Antártica marítima.
- 5) Produzir dados atuais e compilar dados pretéritos de temperatura do *permafrost*, espessura da camada ativa e processos geomorfológicos e ecológicos associados;
- 6) Desenvolver novas formas de análise de dados térmicos do *permafrost* e da camada ativa
- 7) Articular com outros membros dos projetos internacionais como o *Circumpolar Active Layer Monitoring network* (CALM-south), *Carbon Pools in Permafrost Regions* (CAPP) e *Antarctic Permafrost and Soils* (ANTPAS).
- 8) Responder as recentes iniciativas do governo federal (aquisição de novo navio polar, reforma da Estação Antártica Comandante Ferraz) e fortalecer a presença do Brasil na região e a produção de literatura científica em nível internacional.

LONGO PRAZO

- 1) Determinar as taxas da variabilidade das propriedades das águas costeiras no entorno da Península Antártica bem como, com o auxílio de outras iniciativas internacionais, sugerir possíveis tendências relacionadas as alterações climáticas globais.
- 2) Determinar, com o auxílio de outras iniciativas internacionais, a influência regional dos *icebergs* na variabilidade das águas que dão origem a Água Antártica de Fundo.
- 4) Treinar um novo grupo de glaciólogos, oceanógrafos e cientistas atmosféricos especialistas nas interações entre a região Antártica e a América do Sul. Aumentando a formação de mestres/doutores.
- 5) Avaliar dos cenários do IPCC para a região do Oceano Austral com vistas a avaliação do impacto do gelo marinho na circulação oceânica (e atmosférica)
- 6) Implementar de um modelo numérico oceanográfico regional para a simulação da circulação do Oceano Austral com plataformas de gelo.
- 7) Capacitar pessoal para conduzir experimentos numéricos com modelos regionais de avaliação do impacto de variabilidade da criosfera no clima do Brasil.
- 8) Internacionalização da pesquisa através de intercâmbio de pesquisadores brasileiros e estrangeiros.
- 9) Desenvolvimento de projetos de pesquisa para avaliar o potencial do *permafrost* ártico como fonte de recursos energéticos.
- 10) Desenvolvimento de projetos para investigar as teleconexões entre a variabilidade (e possível desaparecimento) do gelo marinho ártico para a circulação geral e o clima na América do Sul.

PRODUTOS ESPERADOS

CURTO PRAZO (2 anos)

- 1) Montagem de um laboratório nacional para o monitoramento da criosfera por sensoriamento remoto (principalmente a parte referente a Antártica e os Andes).
- 2) Montagem do primeiro laboratório nacional para armazenagem, análise e interpretação ambiental de testemunhos de gelo (UFRGS).
- 3) Implantar um centro de monitoramento da criosfera para assessorar a comunidade governamental envolvida com a questão ambiental.
- 4) Montagem de um laboratório especializado no estudo da interação gelo marinho-oceano, instrumentalizado e com qualidade internacional (FURG)
- 5) Montagem de um laboratório de instrumentação meteorológica marinha (LabIM2) para médias e altas latitudes (CRS/INPE-Santa Maria);
- 6) Ampliação da área geográfica de atuação do PROANTAR, passando a realizar missões no interior do continente antártico.
- 7) Realização da primeira missão científica nacional no interior da Antártica (incluindo a obtenção de testemunhos de gelo de alta resolução para estudos paleoclimáticos - últimos 300 anos).
- 8) Atividades de extensão: Desenvolvimento de módulos de *e-Learning*, a serem utilizados em projetos de extensão que visem divulgar a relevância da criosfera no Brasil.
- 9) Montagem de rede de sensores para monitoramento de solos e *permafrost na Antártica marítima*.
- 10) Apresentação de resultados preliminares e implementação do INCC no Simpósio Internacional de Glaciologia do Ano Polar Internacional, New Castle, Reino Unido.
- 11) Formar 8 mestres (M.Sc.) especialista em Glaciologia e Oceanografia Polar.

MÉDIO PRAZO (4 anos)

- 1) Contribuição para o conhecimento sobre a sensibilidade das massas de neve e gelo antárticas e andinas às variações em parâmetros meteorológicos e climáticos no hemisfério sul (publicação de artigos científicos).
- 2) Proposição de cenários futuros de resposta das massas de gelo da Antártica e dos Andes às variações em parâmetros climáticos e conseqüências para o ambiente brasileiro. Incluindo avaliação do impacto do derretimento e desaparecimento de geleiras andina para a bacia Amazônica
- 3) Geração de novos algoritmos e rotinas para o monitoramento da criosfera com a utilização de dados de sensores remotos, incluindo dados de novos sensores radar e produtos da série de satélites brasileiros CBERS.
(É importante mencionar que os conjuntos de dados resultantes dos novos métodos de análise de imagens satelitais, incluindo algoritmos e scripts, desenvolvidos pelo projeto estarão disponíveis para a comunidade científica em uma página na Internet).
- 4) Formação de profissionais especializados na inter-relações do ambiente polar com o Atlântico Sul e especialmente com o ambiente brasileiro, principalmente glaciólogos

antárticos e andinos, oceanógrafos e pedólogos polares para atuarem junto ao PROANTAR.

- 5) Implementação de uma rotina operacional de assimilação de dados oceânicos e atmosféricos antárticos em modelos de previsão de tempo e clima do Brasil.
- 7) Produção de 2 livros de divulgação científica sobre a Geografia Polar, Criosfera e Mudanças do Clima.
- 8) Produção de mapas de solos, *permafrost* e vegetação das principais áreas livres de gelo da Antártica marítima.
- 9) Seminário final aberto a comunidade científica para discussão de resultados e ampliação dos estudos.
- 10) Identificação de valores de referência (*background*) para metais pesados em solos e vegetação, comparado com registro na neve e no gelo regional.
- 11) Formar 5 doutores em Glaciologia, duplicando o número de especialistas brasileiros nesta áreas.

INSTITUIÇÕES COLABORADORAS

Instituições com professores colaboradores no projeto (abreviações usadas neste texto)

Instituições nacionais

CEFET-SC	Centro Federal de Educação Tecnológica/Florianópolis, SC
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz/Rio de Janeiro, RJ
FURG	Universidade do Rio Grande/Rio Grande, RS
IBT	Instituto de Botânica/São Paulo, SP
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/São José dos Campos, SP
INPE/SM	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Santa Maria, RS
ON	Observatório Nacional/Rio de Janeiro, RJ
UCS	Universidade de Caxias do Sul/Caxias do Sul, RS
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Rio de Janeiro, RJ
UFAL	Universidade Federal do Alagoas/Maceió, AL
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto/Ouro Preto, MG
UFPR	Universidade Federal do Paraná/Curitiba, PR
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Porto Alegre, RS
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro/Rio de Janeiro, RJ
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Rio de Janeiro, RJ
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos/São Carlos, SP
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria, RS
UFV	Universidade Federal de Viçosa/Viçosa, MG
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo/São Paulo, SP

Instituições Internacionais

ARSC	Atmospheric Sciences Research Center, State University of NY/Albany, EUA
AWI	Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research/Bremerhaven, Alemanha
BAS	British Antarctic Survey/Cambridge, Reino Unido
UMayor SAndres	Universidad Mayor San Andrés/La Paz, Bolívia
Delft U	Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Applied Geophysics and Petrophysics, Univ. Delft/Deft, Holanda
JPL NASA	Jet Propulsion Laboratory, NASA/Pasadena, CA, EUA
LSCE	Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement, CEA/Saclay, França
NOC	Laboratory for Satellite Oceanography, National Oceanography Centre, Southampton, Reino Unido
UBremen	Universität Bremen/Bremen, Alemanha
UCambridge	Department of Geography, University of Cambridge/Cambridge, Reino Unido
UEAnglia	University of East Anglia/Norwich, Reino Unido
UFreiburg	Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg/Freiburg, Alemanha
UHavai	International Pacific Research Center, School of Ocean and Earth Science and Technology, University of Hawaii, EUA
UMaine	Climatic Change Institute, University of Maine/Orono, EUA
UMilão	Università degli Studi di Milano-Bicocca/Milão, Itália
UTGotemborg	Chalmers University of Technology, Göteborg, Suécia
UQueensland	University of Queensland/Brisbane, Austrália
UWisconsin	University of Wisconsin/Madison, EUA

EQUIPES

A equipe é composta por 83 doutores (dos quais 16 com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq e 22 de instituições internacionais), 33 mestres, 25 graduados e 6 alunos de graduação (a participação destes alunos aumentará quando da implantação do instituto) de 20 instituições de 3 regiões do Brasil e 19 instituições internacionais. Subprojetos anexo detalham as equipes por plano de trabalho. A tabela resume apresenta os pesquisadores da proposta:

NOMES	INSTITUIÇÃO	TITULAÇÃO	Bolsa CNPq
Álvaro José Romanha	FIOCRUZ	Dr	1A
Roberto Ferreira de Novais	UFV	Dr	1A
Jefferson Cardia Simões	UFRGS	Dr	1B
Liovando Marciano da Costa	UFV	Dr	1B
Carlos Ernesto Gonçalves R. Scafer	UFV	Dr	1C
Ilana Wainer	USP	Dr	1C
João Vianeí Soares	INPE	Dr	1D
Elpídio Inacio Fernandes Filho	UFV	Dr	2
Flávio Barbosa Justino	UFV	Dr	2
Jandyr de Menezes Travassos	ON	Dr	2
João Paulo Machado Torres	UFRJ	Dr.	2
Luciano Ponzi Pezzi	INPE	Dr	2
Newton La Scala Júnior	UNESP	Dr	2
Otávio Costa Acevedo	UFSM	Dr	2
Reinaldo Bertola Cantarutti	UFV	Dr	2
Vander de Freitas Melo	UFPR	Dr	2
Alberto Naveira Garabato	NOC	Dr	
Alexandre Santos Alencar	USP	Dr	
Andrei Kurbatov	Umaine	Dr	
Anselmo Salles Paschoa	UERJ	Dr	
Antônio Carlos de Freitas	UERJ	Dr	
Antonio Carlos Vargas Motta	UFPR	Dr	
Barbara Delmonte	UMilão	Dr	
Celso Arami Marques da Silva	UFV	Dr	
David Cromwell	NOC	Dr	
Edson Edwain Ramirez	UMayor SAndres	Dr	
Eduardo de Sá Mendonça	UFV	Dr	
Eliana Lima da Fonseca	UFRGS	Dr	
Ernani de Lima Nascimento	UFSM	Dr	
Evert Cornelis Slob	Delft U	Dr	
Felipe Nogueira Bello Simas	UFV	Dr	
Flávia Maria Lopes Passos	UFV	Dr	
Françoise Vimeaux	LSCE	Dr	
Hartmut H. Hellmer	AWI	Dr	
Heitor Evangelista da Silva	UERJ	Dr	
Helmut Saurer	UFreiburg	Dr	
Humberto Alves Barbosa	UFAL	Dr	
Ian Willis	UCambridge	Dr	
James G. Bockheim	UWisconsin	Dr	
Jorge Arigony Neto	FURG	Dr	

Karen J. Heywood	UEAnglia	Dr	
Kenya de Almeida Dias da Cunha	UERJ	Dr	
Kevin J. Richards	UHavai	Dr	
Leopoldo Rota de Oliveira	FURG	Dr	DTI 3
Luis Alberto Peche Puertas	ON	Dr	DTI 7A
Luiz Henrique Rosa	UFOP	Dr	
Márcio Rocha Francelino	UFRRJ	Dr	
Marcos Rogério Tótola	UFV	Dr	
Maria Alice S. Alves	UERJ	Dr	
Maria Célia da Silva Lanna	UFOP	Dr	
Mauri Martins Teixeira	UFV	Dr	
Maurício Magalhães Mata	FURG	Dr	
Michael Schodlock	JPL NASA	Dr	
Micheal P Meredith	BAS	Dr	
Norberto Dani	UFRGS	Dr	
Oliver Huhn	UBremen	Dr	
Paul Andrew Mayewski	UMaine	Dr	
Paulo Negrais Carneiro Seabra	UFRJ	Dr	
Paulo Vasconcellos	UQueensland	Dr.	
Ricardo de Camargo	USP	Dr	
Ricardo Jaña O.	INACH	Dr.	
Rogério Mercandelle Santana	UFV	Dr	
Ronald Buss de Souza	INPE	Dr	
Rosemary Vieira	UFRGS	Dr	
Scott D. Miller	ARSC	Dr	
Steffen Vogt	UFreiburg	Dr	
Tânia Maria de Almeida Alves	FIOCRUZ	Dr	
Ulisses Franz Bremer	UFRGS	Dr	
Vagner Anabor	UFSM	Dr	DTI7B
Walter Antônio Pereira Abrahão	UFV	Dr	
Wolfgang Dierking	UTGoteborg	Dr	
Adriano Afonso Spelmann	IBT	MSc	
Alan Rodrigo Panosso	UNESP	MSc	B. Doutorado
Alessandra Abe Pacini Schimidt Marques	UERJ	MSc	B. Doutorado
André Luiz Lopes de Faria	UFV	MSc	
Bruno Araújo Furtado de Mendonça	UFV	MSc	
Carlos César Yoshihiro Otuka Fujita	UFV	MSc	DTI3
Claudia Duarte Beck	UFRGS	MSc	
Claúdio Wilson Mendez	UFRGS	MSc	
Débora Machado Correa	UFV	MSc	
Eduardo Delfino Sodré	UERJ	MSc	
Elaine Alves dos Santos	UERJ	MSc	
Emanuele Kuhn	USP	MSc	
Enzo Todesco	IAG	MSc	
Everton Luis Poelking	UFV	MSc	
Francisco Eliseu Aquino	UFRGS	MSc	
Helena Cachanhuk Soares	INPE	MSc	
Ivan Carlos Carreiro Almeida	UFV	MSc	
Juçara Bordin	UFV	MSc	
Luiz Felipe Velho	UFRGS	MSc	
Marcia Vetromilla Fuentes	CEFET - SC	MSc	
Márcio Cataldo Gomes da Silva	UERJ	MSc	
Maria Ângela Reis dos Santos	UFRGS	MSc	DTI 3
Mariana Altenburg Soppa	INPE	MSc	
Patricia Andreia Paiolo Scalco	UFRGS	MSc	

Rafael da Rocha Ribeiro	UFRGS	MSc	
Roberto Ferreira Machado Michel	UFV	MSc	
Rodrigo Kerr Duarte Pereira	FURG	MSc	
Ronaldo Torma Bernardo	UFRGS	MSc	
Siclério Ahlert	UFRGS	MSc	
Siclério Allert	UCS	MSc	
Thiago Torres Costa Pereira	UFV	MSc	
Vagner da Silva Duarte	FURG	MSc	B. Doutorado
Vando José Medeiros de Miranda	UFV	MSc	
Bruno Fererro	UFV	Graduado	B. Mestrado
Carolina Pessanha Loque	UFV	Graduada	
Cristina Schultz	USP	Graduada	
Daiane Flora Hammes	UFRGS	Graduada	B. Mestrado
Daniela Kozlowsky	UERJ	Graduada	
Diogo Alessandro Arsego	UFSM	Graduado	
Francisco de Assis Nascimento Júnior	USP	Graduado	
Iara Furtado Santiago	UFOP	Graduada	
Ildo Parnow	UFRGS	Graduado	AT-S
Ingrid Linck Rosenhain	UFRGS	Graduada	B. Mestrado
José João Leis Leal de Souza	UFV	Graduado	
Juliana Marini Marson	FURG	Graduada	
Juliana Vanir de Souza Carvalho	UFV	Graduada	
Katia Kellem da Rosa	UFRGS	Graduada	
Leila Baganha Rabelo	INPE	Graduada	
Lorena Luiz Collares	FURG	Graduada	B. Mestrado
Lucas Marinho Poeiras	UFV	Graduado	
Lucimara Russo	INPE	Graduada	
Luis Fernando Magalhaes Reis	UFRGS	Graduado	
Marcelo Braga Bueno Guerra	UFSCAR	Graduado	
Marcos Tonelli	USP	Graduado	B. Mestrado
Mariana Crauss	INPE	Graduada	
Newton de Magalhães Neto	UERJ	Graduado	
Ricardo Burgo Braga	UFRGS	Graduado	B. Mestrado
Silvana de Fátima Garcia Rodrigues	INPE	Graduada	
Vivian Nicolau Gonçalves	FIOCRUZ	Graduada	
Camila Bertoletti Carpenedo	UFRGS	A Geografia	BIC
Sergio Zilberstein	UFRGS	A Geografia	
Fernando Comerlato	UFRGS	A Geografia	
Juliana Kaiber da Silva	UFRGS	A Eng Amb.	
Stefan Szczesny Rout	UFRGS	A Geografia	
Monique Thérèse Schulz Fontoura	UERJ	A Biologia	BIC

RELAÇÃO DO INCC COM O SISTEMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Os integrantes do instituto atuam em diversos programas de pós-graduação associados as instituições envolvidas, tendo formado pessoal em todos os níveis (graduação, mestrado e doutorado) no tema de glaciologia, geografia polar, oceanografia de altas latitudes e química atmosférica.

Os recursos humanos no tema do projeto ainda são escassos no país. Neste sentido, na presente proposta, e alinhados com um dos principais objetivos do corrente Ano Polar Internacional (www.ipy.org), a ação prioriza o incentivo à formação de novos recursos humanos através da formação continuada desde a iniciação científica até a pós-graduação e da interação com centros de excelência internacionais no tema. Também incluirá curso de formação continuada para professores do nível médio (Geografia das Regiões Polares).

Principais programas de Pós-Graduação envolvidos com a proposta

Grande parte dos pesquisadores líderes do programa são professores permanentes de programas de pós-graduação de excelência (nível 7 e 6 do sistema CAPES). Além do aumento de pesquisadores dedicados ao exame das inter-relações Brasil-Antártica, é objetivo desta proposta montar linhas de pesquisa específicas da criosfera programas de atuação dos pesquisadores do INCC, a destacar:

CAPES 7

Geociências	UFRGS (sede do INCC)
Meteorologia	USP
Química	UFMG
Química	UFSCar

CAPES 6

Meteorologia	INPE
Sensoriamento Remoto	INPE
Solos e Nutrição de Plantas	UFV

CAPES 5

Agronomia	UNESP
Geografia	UFRGS
Oceanografia Física	USP

FORMAÇÃO DE NOVOS INVESTIGADORES E DIFUSÃO DO CONHECIMENTO

O programa tem entre suas metas a formação de profissionais para atender demandas em diferentes níveis:

- (1) Formação tradicional de pesquisadores especialistas em temas da criosfera, área ainda carente no Brasil (cabe ressaltar que só existem 4 doutores em Glaciologia em todo o país), principalmente para explorar os processos do sistema acoplado atmosfera-oceano-criosfera antártico com o ambiente brasileiro, dando ênfase para a questão da variabilidade e mudança do clima. Nesta ação é esperado pelo menos a duplicação do número de doutores na área nos próximos 5 anos.
- (2) Realização de cursos de curta duração sobre a Geografia das Regiões Polares, tendo como público-alvo professores do ensino médio que atuarão como ponto de divulgação sobre a relevância das regiões polares para o Brasil (proposta para tal ação já foi submetida ao Ministério da Educação (ver anexo).
- (3) Desenvolvimento de módulos de *e-Learning*, a serem utilizados em projetos de extensão que visem divulgar a relevância dos objetos de estudo do projeto pela Internet.
- (4) Criação de sites na Internet para divulgação das ações do INCC. Exemplo de tal ação pode ser encontrada no site www.ultimafronteira.com.br.

ORÇAMENTO

1- Despesas de capital

Instituição	DESPESAS DE CAPITAL	TOTAL (R\$)
FURG		
	06 estações de trabalho DELL Precision T5400	42,000.00
	06 monitores LCD de 22 polegadas (02 por estação)	6,700.00
	06 computadores Desktop DELL Optiplex 755	17,500.00
	12 monitores LCD de 22 polegadas (01 por Desktop)	6,594.00
	01 servidor de dados DELL PowerEdge 2900	22,393.82
	01 sistema de armazenamento PowerVault MD3000	40,690.00
	01 switch para rede	4,917.00
	17 No-Breaks	17,765.00
	02 notebook DELL XPS	7,687.00
	02 impressoras Laser coloridas	4,000.00
	1 fundeios oceanograficos completos (Correntografo, ADCP, Liberador acustico, cabos e bóias) , para substituição/reposição dos ja lançados pelo GOAL	160,000.00
	5 marcadores de <i>icebergs (satellite tags)</i>	108,000.00
	L-ADCP (Lowered Acoustic Doppler Current Profiler), perfilador vertical de correntes.	70,000.00
	3 Computadores Pessoais de alto desempenho	15,000.00
	3 Notebooks para trabalho de campo	15,000.00
	3 No-breaks	3,000.00
	1 impressora laser colorida	3,000.00
INPE		
	12 computadores	60,000.00
	04 notebooks	12,000.00
	02 Storage de 27 TB	260,000.00
	01 AWS	
	Mobiliário laboratório	21,000.00
	01 Data-Show	2,000.00
ON		
	Intrumentos e computadores	160,000.00
UFV		
	Sistema de duas microondas de WDS e EDX, Fluorecencia (XRF), e carbon coater de alta performace.	310,000.00
USP		
	Computadores, nó para adicionar em cluster	70,000.00
	Mobiliário laboratório	20,000.00
	No-Break	4,000.00
UERJ		
	Espectrofotômetro de banda visível e ultravioleta	21,000.00
	“Optical Transmissometer” mod. OT21	20,000.00
	Câmara fria de 15 m2	35,000.00
	5 Bombas de amostragem de ar (alta vazão) e 2 (baixa vazão), tipo NKF	11,000.00
	Sensor de CO2 e acessórios	30,000.00
	Sensor potenciométrico para H2O2	3,000.00
	Medidores de vazão mássica	5,000.00
	Sistema miliQ - marca Millipore	12,000.00
	Instrumentação Nuclear (amplificador, alta tensão de baixo ruído e racks)	12,000.00
	Sistema no-break	8,000.00

2 Microcomputadores	12,000.00
Gerador	35,000.00
Máquina de PCR com plataforma intergrada para detecção, quantificação e monitoramento em tempo real de produtos amplificados por reações químicas homogêneas	10,000.00
Balança analítica com 4 casas decimais	6,000.00
Sensores meteorológicos (anemômetros)	4,000.00
Cuba eletroforese e Fonte para cuba	2,500.00
Centrifuga ependorf	5,000.00
Mesa de visualização de gel com UV e foto digital	3,000.00
Micropipetas Eppendorf ou Gilson 2; 20; 100; 200; 1000	7,000.00
Sistema para técnica de DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis)	3,000.00
Equipamentos (Luiz)	50,000.00
UFRGS	
03 Estações de trabalho DELL Precision T7400	24,000.00
01 Servidor DELL Power EdgePE1950III	10,800.00
03 noteboos Dell XPS	21,000.00
Impressora A3	8,000.00
06 AWS completas (estações meteorológicas)	200,000.00
06 Desktop DELL Optiplex 755-SFF	27,000.00
12 Monitores 22 polegadas	10,800.00
01 DGPS	40,000.00
01 Switch DELL Power Connect 6224	3,000.00
01 Lupa Estereoscópica	3,000.00
07 Nobreaks 600 Va	1,600.00
04 Nobreaks 750 Va	3,920.00
01 Nobreak 2200 Va	4,000.00
01 Microscópio Binocular Nikon Eclyse e100	3,500.00
TOTAL	2,118,366.82

2- Material Bibliográfico

Material Bibliográfico	TOTAL (R\$)
FURG	7,000.00
UFRGS	12,000.00
TOTAL	19,000.00

3- Despesas de custeio

Instituição CUSTEIO	TOTAL (R\$)
FURG	
Ampliação de laboratório	60,000.00
Pacote de 10 licenças Erdas IMAGINE + extensões	22,100.00
Pacote de 10 licenças do software Envi + AsterDTM	21,900.00
Pacote de 10 licenças do software ArcGIS + extensões	21,894.68
01 licença do software SARscape	31,500.00
06 Kits para HDs externos e 12 HDs de 750 GB	6,966.00
Licenças de softwares para escritório	8,500.00
Despesas gerais de custeio	48,000.00
Ampliação do Laboratório	120,000.00
Taxa de importação (15%)	50,700.00
Calibração de sensores (envio de sensores hidrgráficos para calibração com os fabricantes)	50,000.00
Despesas gerais de custeio (substituição de peças, escritório, transportes, etc).	50,000.00
INPE	
08 HDs externo	8,000.00
80 Perfiladores atm descartáveis (Radiossondas)	28,000.00
80 Balões atm descartáveis (Radiossondas)	4,000.00
80 XBTs (descartáveis)	12,000.00
Gás Fly Balloon	16,000.00
ON	
Material de consumo, software, serviços de terceiros, despesas de importação, obras de infra-estrutura.	135,400.00
UFV	
Material de consumo	210,000.00
Serviço de terceiros	10,000.00
Organização de eventos	30,000.00
Obras de infra-estrutura	150,000.00
USP	
06 HDs externo	6,000.00
UERJ	
Serviços de terceiros	13,000.00
Painéis solares (consumo)	8,000.00
Sistema de baterias 12V	4,000.00
Reagentes, vidraria	15,000.00
consumo (luiz)	150,000.00
UFRGS	
Construção de prédio para Instalação do depósito de testemunhos de gelo em câmara fria.	480,000.00
Material de consumo	25,000.00
Despesas Logísticas - Expedição ao Interior do Continente	800,000.00
Serviços de terceiros	45,000.00
Softwares (ERDAS+LPS)	45,000.00
Software ArcInfo 9.3 (5 licenças)	54,000.00
TOTAL	2,739,960.68

4- Diárias e passagens aéreas

	TOTAL (R\$)
FURG	
2 visitas de 2 semanas ao Alfred-Wegner-Institute (Alemanha), ou de especialista do AWI ao Brasil	15,000.00
1 visitas de 2 semanas ao Scott Polar institute/British Antarctic Survey (Inglaterra), ou de especialista do Scott Polar ao Brasil	7,500.00
INPE	
Viagens (Brasil)	24,000.00
Viagens (exterior)	24,000.00
ON	
Passagens (nac. e intern.)	17,000.00
Diárias	15,000.00
UFV	
Passagens (nacion. e intern.)	30,000.00
Diárias (nacion. e intern.)	20,000.00
Passagens (luiz)	15,000.00
Diárias (Luiz)	15,000.00
USP	
Passagens (nacion. e intern.)	32,500.00
Diárias (nacion. e intern.)	25,000.00
UFRGS	
Diárias (nacion. e intern.)	50,000.00
Passagens (nacion. e intern.)	30,000.00
UERJ	
Diárias (nacion. e intern.)	35,000.00
Passagens (nacion. e intern.)	25,000.00
TOTAL	380,000.00

5- Bolsas solicitadas

Instituição	DTI-2	DTI 3	PBIC	AT-M	AT-S	PDJ
UFRGS	1	2	2	1		
FURG		1	1	2		1
INPE	1	2				
USP				1	2	1
UERJ	1				3	
ON	1					1
UFV				1	1	

FONTES ADICIONAIS DE FINANCIAMENTO

Trabalhos de campo

Recursos para apoio logístico na Antártica serão solicitados a Secretária da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Devido a relevância do tema do INCC para a questão das mudanças do clima, pedido de apoio financeiro para custear aluguel de aeronaves foi também solicitado à Petrobras (Rede Proclima). Cooperação internacional entre os grupos do INCC e instituições líderes de pesquisa polar é de praxe, dentro do sistema do *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR, [ww.scar.org](http://www.scar.org)). Já existem convênio de cooperação tanto formal como informal com grupos tais como o *Climate Change Institute, University of Maine*, EUA (<http://www.climatechange.umaine.edu/>) e o Instituto Nacional Antártico Chileno (<http://www.inach.cl/InachWebNeo/index.aspx?channel=6139>) para trabalhos conjuntos na Antártica). Os grupos de oceanografia do INCC já colaboram e fizeram missões conjuntas com o *Alfred-Wegener-Institute für Polar-und-Meeresforschung* (<http://www.awi.de/>).

Pesquisa laboratorial

Acesso aos dados de sensoriamento remoto é garantido pela participação de pesquisadores do INCC como co-investigadores em projetos da Agência Espacial Européia - ESA (i.e., projeto AOPOL.4032 do ESA IPY AO, 2270 imagens disponíveis para o consórcio do projeto) e do Centro Aeroespacial Alemão - DLR (i.e., projeto LAN0013 do DLR TerraSAR-X AO, 1455 imagens disponíveis para o consórcio do projeto), cooperação científica com instituições internacionais (i.e., Instituto de Geografia Física da Universidade de Freiburg - Alemanha, Centro de Sensoriamento Remoto da Superfície Terrestre da Universidade de Bonn - Alemanha, DLR, e Instituto Antártico Chileno), além da atual política do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para distribuição gratuita de dados do programa CBERS. O Dr. Arigony-Neto submeteu recentemente proposta em resposta ao anúncio de oportunidade para uso científico dos dados do novo sensor orbital COSMO-SkyMed da Agência Espacial Italiana (ASI). O valor dos dados de sensoriamento remoto já disponíveis gratuitamente para o desenvolvimento do projeto é estimado em aproximadamente R\$ 1.500.000,00.

Pelo menos uma dos proponentes deste projeto apresentará propostas complementares, como por exemplo para eventos extremos no edital atual da FINEP. Cooperação com outras propostas para este edital (por exemplo do Instituto Nacional de C,T&I de Mudanças Globais - carta anexa) também permitirão a divisão da infra-estrutura a ser montada.

Construção civil

O CPC/UFRGS foi recentemente contemplado com **R\$ 1.050.000,00** (um milhão e cinquenta mil reais) para construção do prédio para instalação do laboratório de análise de testemunhos de gelo e área administrativa do INCC.

DETALHAMENTO DOS SUB-PROJETOS ASSOCIADOS AO INSTITUTO

Os projetos dos diferentes grupos associados a proposta do INCC são enviados como anexo a esta proposta (ProjetosINCC.pdf).