



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Secretaria de Minas e Metalurgia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais



RELATÓRIO DE VIAGEM AO CHILE (Consultoria Técnica)

Antonio Theodorovicz
SUREG-SP/GEHITE



Vale do Rio Macun - Região Metropolitana de Santiago

Maio de 1998

Sumário

	Página
1 - Introdução.....	1
2 - Objetivos.....	2
3 - Programa de viagem e atividades executadas	2
4 - Assuntos mais importantes tratados e discutidos	4
5 - Comentários gerais	5
7 - Conclusões e Recomendações.....	11
8 - Agradecimentos.....	12
9 - Ilustrações.....	14

1 - Introdução

Neste relatório são apresentadas informações das atividades de assessoria técnica prestada pelo geólogo Antonio Theodorovicz ao SERNAGEOMIN - Serviço Nacional de Geologia y Minería do Chile - em função do Protocolo Complementar do Acordo Básico de Cooperação Técnica e Científica firmado, em janeiro de 1994, com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

A efetivação do intercâmbio técnico deve-se, principalmente, a iniciativa do Sr. Luiz Sguissardi do Carmo, que quando assessor da Diretoria de Gestão Territorial da CPRM, junto com o Sr. José Carlos Garcia Ferreira - Superintendente da Sureg -SP, fizeram uma viagem de turismo ao Chile, ocasião em que realizaram uma visita ao SERNAGEOMIN. Naquela oportunidade, apresentaram material do Projeto Curitiba, que a SUREG-SP executou com o propósito de subsidiar o planejamento territorial e à gestão ambiental daquela região metropolitana. Como havia intenção do SERNAGEOMIN em implantar e iniciar um programa de trabalho com os mesmos objetivos, houve interesse por parte da diretoria técnica daquele órgão em melhor conhecer a metodologia aplicada no desenvolvimento do referido projeto. Por isso, a convite da CPRM, em meados de 1997, os doutores Constantino Mpodozis, Subdiretor de Geologia e Patrício Villarroel, estiveram em São Paulo e em Curitiba, ocasião em que nos foi formulado o convite para prestarmos assessoria técnica à equipe do SERNAGEOMIN, responsável pela execução do Projeto Geoambiental, implantado com objetivo de subsidiar o ordenamento territorial da Região Metropolitana de Santiago.

O convite foi oficializado em março de 1998 e a viagem foi efetivada no período de 11 a 28 de maio de 1998, conforme autorização expedida pelo Exmo. Sr. Raimundo Brito, Ministro de Estado de Minas e Energia.

2 - Objetivos

A viagem ao Chile teve por objetivos:

- repassar aos técnicos chilenos a metodologia de fotoanálise e de estudo de campo que foi desenvolvida e aplicada pela equipe do projeto Curitiba na caracterização do meio físico, com a finalidade de subsidiar o planejamento territorial e à gestão ambiental das regiões metropolitanas e;
- mostrar como a equipe do projeto Curitiba atuou e vem atuando no sentido de convencer a sociedade sobre a importância de serem consideradas as características do meio físico no uso do solo e na gestão ambiental das regiões metropolitanas.

3 - Programa de viagem e atividades executadas

11.05.1998

Manhã - deslocamento de São Paulo para Santiago.

À tarde - reunião de apresentação protocolar com o Sr. Diretor do SERNAGEOMIN, Ricardo Trancoso San Martin e com os geólogos Constantino Mpodozes Marin - Subdiretor de Geologia; Arturo Hauser Yung, Chefe da geologia aplicada e com os componentes da equipe do projeto geoambiental, geólogos Hugo Conn D.- chefe do projeto- Patricio Vilarroel, Juan Jose Melanovic Bauk e Juan Cristobal Fernandes.

12.05.1998

Manhã - palestras técnicas:

- características geológicas da Bacia de Santiago, apresentada pela geóloga Paulina Gama.
- características geotécnicas da Bacia de Santiago, apresentada pelo geólogo Arturo Hause Yung, chefe da geologia aplicada.
- análise do material de suporte técnico, necessário para executar o estudo geoambiental da Região Metropolitana de Santiago.

À tarde - apresentação e discussão das questões que foram consideradas na concepção metodológica e na execução do Projeto Curitiba.

- apresentação da metodologia, dos procedimentos de fotoanálise e dos estudos de campo, desenvolvidos e aplicados na compartimentação e na caracterização dos diferentes tipos de terrenos, com objetivo de subsidiar o planejamento territorial e à gestão ambiental das regiões metropolitanas.

13 a 16.05.1998

- saídas para o campo visando conhecer os diferentes tipos de terrenos que ocorrem na região metropolitana de Santiago, para discutir quais os procedimentos metodológicos mais adequados às características da região e para definir quais as informações que devem ser extraídas e apresentadas nas cartas geoambientais.

18.05.1998

- preparação de material de suporte técnico necessário para subdividir os terrenos em domínios e subdomínios geoambientais e para caracterizá-los com informações de interesse ao planejamento territorial e à gestão ambiental.
- individualização preliminar de alguns domínios e subdomínios geoambientais, a partir das variações de arranjos dos sistemas de drenagem e de relevo e da análise das suas adequabilidades e limitações ao uso e ocupação, em função de deduções lógicas que essas variações indicam.

19 a 24.05.1998

- idas ao campo para checar e caracterizar os domínios e subdomínios geoambientais quanto: principais características do substrato rochoso, relevo, solo e drenagem; adequabilidades, limitações, facilidades e dificuldades geotécnicas esperadas frente à urbanização, industrialização, agricultura, depósitos de resíduos poluentes, malhas viárias e infra-estrutura subterrânea; potencial mineral e hídrico; importância ambiental local e regional; uso atual do solo, problemas relacionados e cuidados necessários para minimizar impactos negativos.

24 a 27.05.1998

- avaliação de resultados e discussões adicionais sobre qual a metodologia mais adequada, em função das características do meio físico da região metropolitana de Santiago e sobre o tipo de informação que deve ser apresentada para subsidiar o planejamento territorial.

4 - Assuntos mais importantes tratados e discutidos

Durante a estadia no Chile, além do repasse da metodologia utilizada na compartimentação e na caracterização geoambiental, foram discutidos com os técnicos chilenos assuntos relacionados à filosofia de trabalho e às questões que foram analisadas e consideradas na concepção do Projeto Curitiba, como:

- o papel dos serviços geológicos na geração de informações para subsidiar o planejamento territorial e à gestão ambiental - concluiu-se que estes órgãos, como empresas públicas, devem executar projetos de cunho regional, contendo informações básicas, de caráter previsional, baseadas em dados qualitativos; que devem produzir informações para atender múltiplos usuários e para subsidiar o planejamento das várias formas de uso e ocupação do solo;
- a constituição e a experiência das equipes técnicas da CPRM e do SERNAGEOMIN, responsáveis pela execução dos projetos - tanto o quadro técnico da CPRM como do SERNAGEOMIN é formado apenas por geólogos. Concluiu-se que o geólogo que vai atuar na caracterização do meio físico para fins de planejamento territorial, precisa ser treinado para isso. Portanto, deve fazer cursos para ter visão mais holística da geologia, para ser mais generalista e, sem ser especialista, ter capacidade de analisar outros atributos do meio físico como relevo, solo e drenagem e, a partir das variações dos arranjos desses atributos, tirar informações práticas e de interesse para o planejamento territorial;
- o comportamento da sociedade frente à questão meio físico /planejamento territorial - concluiu-se que: a sociedade chilena, tal como a brasileira, ainda não está suficientemente sensibilizada sobre a importância de serem adequadamente consideradas as características e potencialidades naturais dos diferentes tipos de terrenos no processo de uso e ocupação do solo, chegando-se a conclusão que é de fundamental importância que os Serviços Geológicos atuem no sentido de modificar esta realidade. Para isso, é muito importante que sejam criados programas permanentes de divulgação de informações e que se tenha um canal de comunicação permanente com a sociedade;
- sobre quem são os usuários potenciais das cartas geoambientais - concluiu-se que elas devem servir de suporte técnico para múltiplos usuários, ou seja, para administradores e planejadores municipais e estaduais, ambientalistas, mineradores,

promotória de meio ambiente, defesa civil etc. e que devem conter informações para subsidiar ações de planejamento preventivo, recuperativo, preservacionista e restritivo de curto, médio e longo prazos.

5 - Comentários gerais

a - Sobre as características do meio físico da Região Metropolitana de Santiago - O meio físico da região metropolitana de Santiago é totalmente distinto do de Curitiba. Ela é configurada basicamente por apenas dois tipos de terrenos com características bastante distintas um do outro, ou seja, a Bacia de Santiago, que é uma depressão tectônica bastante plana e geomorfologicamente muito homogênea e as áreas montanhosas, que a leste e a oeste delimitam esta bacia, com desníveis altimétricos muito acentuados e com limites, na maior parte das vezes, abruptos. Por razões óbvias, praticamente toda população e atividade econômica se concentram nas áreas planas, ou seja, na Bacia de Santiago e, mais restritamente, nas suas bordas, onde o relevo, por vezes, é bastante ondulado. Numa rápida análise sobre a capacidade de suporte ambiental da Bacia de Santiago ao processo de adensamento urbano, pode-se dizer que já se encontra saturada, ou no mínimo, em vias de saturação. Cerca de 5.200.000 habitantes vivem em uma região ambientalmente muito frágil, tanto do ponto de vista geomorfológico, como climático e geológico, razão pela qual se justifica, plenamente, a iniciativa do SERNAGEOMIN em executar o zoneamento geoambiental, para que na continuidade do processo de uso e ocupação, que encontra-se em acentuado crescimento, sejam mais consideradas as adequabilidades, limitações e potencialidades naturais da região;

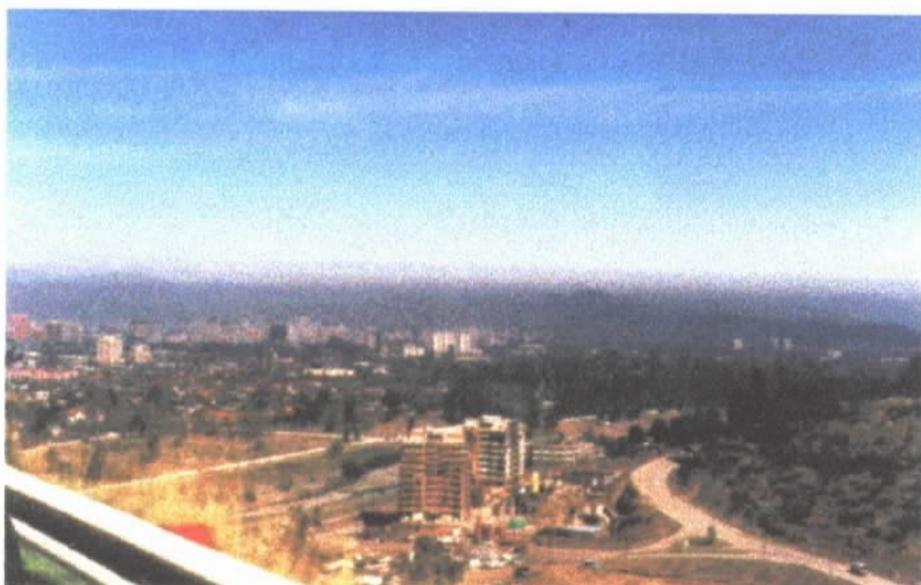
b - Sobre os principais problemas ambientais decorrentes da não-consideração das características do meio físico no processo de uso e ocupação da região metropolitana de Santiago, destacam-se:

b.1 - o sério problema de contaminação do ar, principalmente no inverno. Este grande problema está relacionado à localização inadequada da cidade de Santiago e dos vários parques industriais na porção mais confinada e estreita da bacia, onde, principalmente no inverno, não há circulação de ventos e, conseqüentemente, não há dispersão do ar e dos poluentes. Deve-se considerar que além dos poluentes gerados pela indústria e pelos motores da frota automobilística, o problema de contaminação do ar é agravado em função das características dos solos que ocorrem na região. Predominam solos muito finos, argilosos e ricos em matéria orgânica. Em função destas características, estes solos apresentam alta capacidade de retenção de elementos e, facilmente

entram e permanecem em suspensão. O grande problema a isso relacionado é que junto com o solo, entram em suspensão poluentes altamente prejudiciais à saúde, pois na periferia da cidade e nas zonas agrícolas, os solos devem estar bastante contaminados, em função do grande número de depósitos clandestinos de lixo que existem praticamente ao longo de toda malha viária e também pelos adubos e defensivos utilizados na agricultura.



Nestas fotos pode-se ver a nuvem de poluição parada sobre a cidade de Santiago, entre os dias 15 e 21 de maio de 98, período em que foi decretado estado de emergência ambiental, em função dos altíssimos índices de contaminantes no ar.



Destaca-se que este problema tende a ser ainda mais agravado, em função do crescimento acentuado da cidade e, principalmente, do parque industrial que se encontra em acelerada expansão, inclusive sobre áreas muito frágeis e de grande importância ambiental para a região, como no caso, dos terrenos com lençol freático aflorante e/ou situado muito

próximo da superfície e constituídos por espessas camadas de solos orgânicos, que apresentam boas características agrícolas e baixa capacidade de suporte, ou seja, sofrem alta compactação e redução de volume quando submetidos à cargas. Tais áreas são importantíssimas como elementos reguladores do regime hídrico superficial e subterrâneo e para melhorar a umidade do ar da região, além de serem áreas com alto potencial agrícola. A impermeabilização excessiva e o decapeamento desses solos, que por ser de baixa capacidade de suporte estão sendo retirados e substituídos por outros, são práticas não-recomendáveis. Certamente causarão problemas ambientais regionais bastante sérios.

Fotos mostrando as áreas com lençol freático muito próximo da superfície e ou aflorante, com espessos solos orgânicos de baixa capacidade de suporte e que estão sendo indiscriminadamente ocupadas pela expansão do parque industrial e também pelo adensamento urbano.



b.2 - urbanização em áreas sujeitas à inundação e a grandes e rápidos fluxos de massas . Em função da Bacia de Santiago ser uma depressão embutida entre montanhas muito altas, é uma área sujeita à freqüentes inundações e a fluxos de massas de alta energia e alta capacidade de destruição.



Vale do Rio Colina, que corta a cidade de mesmo nome. A cidade se desenvolveu sobre a áreas de inundação do rio e sobre áreas sujeitas a fluxos de massas de alta energia. Em função disso, obras muito caras estão sendo feitas para minimizar o problema. Outras áreas como estas existem na região. Antes que sejam

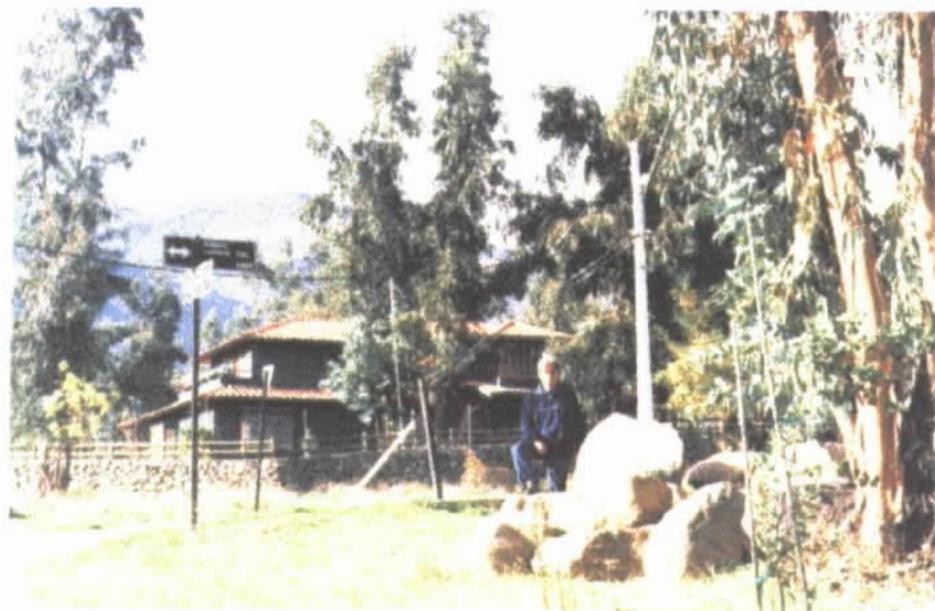
urbanizadas, devem ser transformadas em áreas de proteção ambiental.



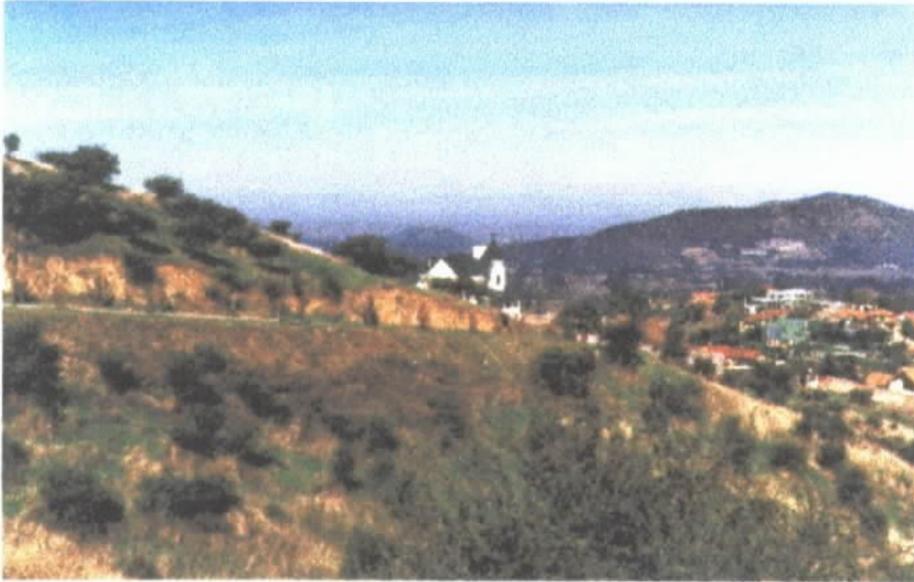
Outro exemplo de ocupação inadequada é a urbanização na zona sujeita a fluxo de massas do rio Macun. A foto ao lado mostra uma das muitas barragens que foram feitas no vale do rio com objetivo de quebrar a energia e reter o fluxo de material que é carregado para o rio, principalmente quando ocorre uma anomalia climática na região e chove muito. No ano de 1993, em função das fortes e concentradas chuvas que ocorreram na região Andina, este rio sofreu um rápido e imenso fluxo de água misturada com barro e com grande quantidade de blocos e gigantescos matacões de rocha. Este material soterrou dezenas de residências que se localizavam na zona de influência do rio, causando a morte de quase

uma centena de pessoas. Problemas como esses poderiam ser evitados, se fossem consideradas as adequabilidades e fragilidades do meio físico na hora de parcelar e ocupar o solo.

Residência construída sobre a área de risco de fluxo de massa do rio Macun. Os blocos de rochas que aparecem em primeiro plano foram transportados pelo evento ocorrido em 1993.



b.3 - urbanização em terrenos com declividades muito acentuadas, com escoamento superficial muito intenso e sujeitos a fluxos rápidos de massas. Em muitos locais próximos às escarpas das



montanhas, loteamentos vêm sendo implantados de forma inadequada em relação às características topográficas e sem levar em conta os impactos regionais negativos que poderão causar. O adensamento urbano dessas áreas, do modo como vem sendo feito, com loteamentos favorecendo a concentração das águas das chuvas nas

vias de acessos e com muita impermeabilização e desmatamento, certamente será um fator de interferência negativa no escoamento superficial, que naturalmente está sujeito a sofrer variações muito bruscas e rápidas, além de diminuir a recarga dos aquíferos e agravar ainda mais o já bastante sério problema das enchentes nas áreas baixas. A maior parte dessas áreas essas deveria ser considerada de preservação ambiental, ou então, destinada à atividades compatíveis com sua fragilidade, como por exemplo, áreas de lazer, condomínios ecológicos etc., sempre considerando que é muito importante que a vegetação natural remanescente seja preservada. Ela tem papel muito importante para reter as águas das chuvas e para reduzir o escoamento superficial, além de minimizar o problema da poluição do ar e contribuir muito para a recarga dos aquíferos.

.4 - contaminação do solo e dos recursos hídricos pela agricultura - trata-se de outro problema ambiental bastante sério e que merece atenção especial por parte das autoridades ambientais está relacionado aos canais de irrigação agrícola que, em sua maioria, é abastecida por rios totalmente poluídos. Além disso, em muitos locais observou-se a prática de utilizar os canais como depósitos de lixo e, em alguns lugares, até como esgoto doméstico. Este é um problema bastante grave, pois além de contaminar as plantações, certamente o lençol d'água subterrâneo está sendo comprometido, pois os sedimentos da Bacia de Santiago apresentam alta permeabilidade e baixa capacidade depuradora..

c - sobre a aplicação da metodologia do projeto Curitiba - embora a maior parte da região metropolitana de Santiago seja formada por terrenos com poucos diferenciações geomorfológicas e o princípio básico da metodologia aplicada no projeto Curitiba esteja fundamentado principalmente em tais diferenciações, pode, com pequenas adaptações, ser aplicada. Constatou-se

que, mesmo sendo discretas as variações dos sistemas de relevo e de drenagem, elas se constituem em elementos suficientes para subcompartimentar uma mesma unidade geológica em vários subdomínios geoambientais, cada qual com respostas bastante diferenciadas frente ao uso e ocupação.



Como exemplo da adaptação metodológica utilizada na compartimentação da Bacia de Santiago, destaca-se o critério utilizado na individualização do domínio geoambiental onde foram tiradas as fotos ao lado. Corresponde a um setor que, em fotos aéreas, se diferencia por apresentar um complexo sistema de drenagem com alta densidade de canais meandantes. Em função desta característica pode-se, através de deduções lógicas, tirar uma série de informações de grande interesse para subsidiar o planejamento territorial, exemplo: a alta densidade de drenagem com canais meandantes

indica que: **são áreas muito planas e com escoamento superficial deficiente, por isso:** apresentam drenabilidade muito precária, característica que indica que são problemáticas para implantar malhas viária adensadas, pois terão que serem feitas sobre aterros muito altos, o que reduz ainda mais a drenabilidade e aumenta o potencial de enchentes de longa duração, causadas pelo represamento das águas das chuvas e não pelo extravasamento dos rios, além do alto custo das obras, pois ter-se-á que buscar e transportar de longas distâncias material de empréstimo; são áreas inadequadas para implantação de redes de esgotos e canalizações, pois estas ficarão sujeitas a sofrer alagamentos e entupimentos frequentes, além da dificuldade para executar escavações, devido ao alagamento rápido das mesmas; são inadequadas para plantio de plantas de ciclo longo e de raízes profundas, pois os solos são mal drenados e podem sofrer alagamentos temporários, o que causa o apodrecimento das raízes, característica que também indica que caras obras para aumentar a drenabilidade terão que serem feitas; **são áreas sujeitas a alagamentos (enchentes)**

freqüentes e de longa duração, por isso inadequadas para urbanização e para implantação de parques industriais; **com lençol freático situado muito próximo da superfície e aflorante em muitos locais**, portanto, extremamente vulneráveis à contaminação e inadequadas para locação de fontes potencialmente poluidoras como cemitérios, lixões, aterros sanitários, fossas etc.; **de umidade alta e de baixa capacidade dispersora**, por isso é um ambiente favorável para proliferação de insetos, fungos e bactérias e para concentração de poluente, portanto de alta insalubridade; **constituídas de solos moles, geralmente ricos em matéria orgânica, saturados em água e de baixa capacidade de suporte, ou seja, solos muito ácidos, corrosivos e que se compactam muito quando submetidos à cargas**, por isso são áreas geotecnicamente problemáticas para executar edificações e implantar obras enterradas. Materiais nelas enterrados sofrem corrosão e danificação rápidas e as construções podem sofrer trincamentos e abatimentos, características que indicam que cuidados especiais devem ser tomados com os materiais de obras destinadas ao armazenamento e circulação de substâncias poluentes; **áreas com alta disponibilidade hídrica superficial e subsuperficial**, por isso muito importantes como reservas hídricas e como áreas de recarga de aquíferos.

Estes são apenas alguns exemplos de informações que podem ser tiradas a partir de deduções lógicas da análise das variações de arranjos dos sistemas de relevo e de drenagem. São informações que foram testadas e confirmadas com estudos de campo. Elas indicam que este tipo de terreno é frágil para praticamente todas as formas de adensamento ocupacional. Por outro lado, são de grande importância para a região, pois se definem como áreas de descarga e de recarga de aquíferos, por isso muito importantes para regular o regime hídrico superficial e subterrâneo.

7 - Conclusões e Recomendações

Destacam-se como conclusões mais importantes da viagem:

- a iniciativa da Diretoria do SERNAGEOMIM de implantar um programa de trabalho com objetivo de gerar informações para subsidiar o planejamento territorial e à gestão ambiental e principalmente, a iniciativa de viabilizar o intercâmbio técnico com a CPRM;
- a oportunidade de conhecer uma região com características geológicas, pedológicas e geomorfológicas tão distinta da nossa e a conclusão que a metodologia do projeto

Curitiba pode, com pequenas adaptações, ser aplicada com sucesso. Isso se constitui num fator de incentivo e de segurança para insistir com a metodologia, aperfeiçoá-la ainda mais e para continuar aplicando-a em outras regiões do Brasil e por fim;

- a oportunidade que tive de trocar idéias e experiências técnicas com os geólogos chilenos;

Como recomendações salienta-se que o sucesso desse tipo trabalho depende muito da experiência e da sensibilidade da equipe executora em pensar de forma diferente o meio físico e, principalmente, da vontade dos seus integrantes em atuar no sentido de mudar a realidade de que a sociedade, como um todo, ainda não está acostumada e/ou suficientemente convencida sobre a importância de serem mais consideradas as características do meio físico nas decisões de planejamento territorial. Nesse sentido, recomenda-se:

- que os órgãos que exercem o papel de Serviços Geológicos implantem projetos que tenham continuidade, para possibilitar o aperfeiçoamento técnico contínuo das equipes;
- que sejam selecionados para executar as cartas geoambientais, profissionais com perfil adequado a este tipo de trabalho e com sensibilidade para com as questões ambientais;
- que as equipes executoras sejam mantidas;
- que os componentes das equipes sejam treinados para desenvolver visão mais holística das suas especialidades, de modo a estarem capacitados a analisar outros atributos do meio físico;
- que é preciso atuar no sentido de fazer com que as informações geradas cheguem até a sociedade como um todo e de forma compreensível aos usuários não-especializados;

8 - Agradecimentos

À Diretoria e à Equipe Técnica do SERNAGEOMIN, pelo convite e pela amável acolhida e atenção dispensada. Aos geólogos Patrício Villarroel, Arturo Hauser Yung e José Antonio Naranjo, pela hospitalidade e pelas discussões técnicas que foram de grande valia.

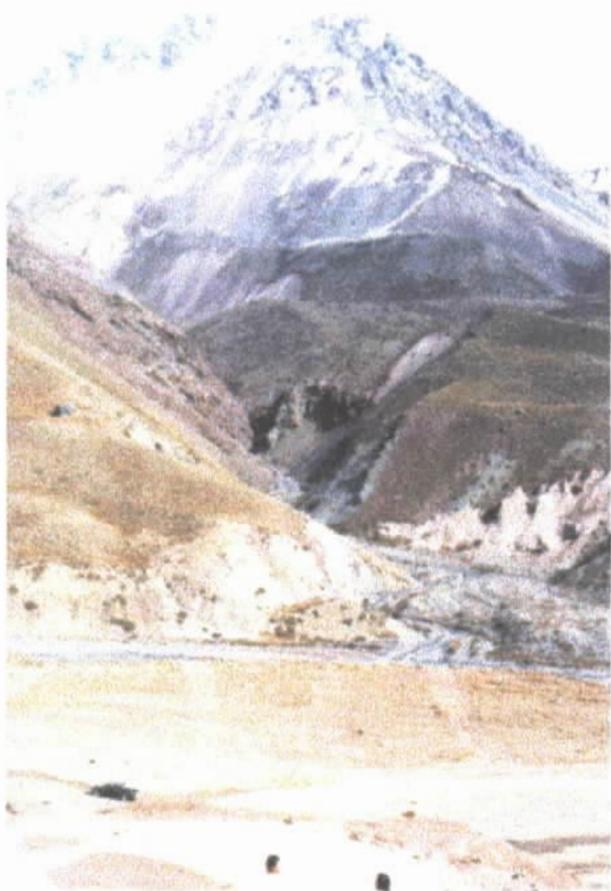
Ao excelentíssimo senhor Ministro de Minas e Energia, Dr. Raimundo Brito pela autorização concedida para a realização da viagem.

Ao senhores José Carlos Garcia Ferreira e Cássio Roberto da Silva, à Diretoria e à Presidência da CPRM pela autorização, apoio e liberação para realizar a viagem.

À equipe técnica do Projeto Hugo Conn, D. Juan José Melovic Bauk, João Cristobal Fernandes e Cecilia Banderas (Chefe de Planejamento) pela amabilidade e interesse demonstrado.

Ao Dr. Samir Nahass - Chefe da Assessoria de Assuntos Internacionais da CPRM e às Dr.as Maria Augusta Montalvão Ferraz e Alice Pessoa de Abreu da ABC, pela viabilização da viagem.

9 - Ilustrações



Paisagens do Vale do Rio Maipo, domínio geoambiental de altíssimo potencial eco-turístico e extremamente frágil frente à toda forma de intervenção antrópica.

Tipo de solo mais comum que ocorre nas porções de relevo moderadamente ondulado. A camada superior de cor preta é um solo transportado, muito argiloso, rico em matéria orgânica e de baixa permeabilidade. Está sobreposta ao horizonte intermediário (B), que por sua vez está sobreposto ao horizonte inferior (C). Estes são solos residuais derivados de rochas vulcanossedimentares hidrotermalizadas e muito fraturadas. Em função destas características, cada horizonte apresenta comportamento geotécnico muito distinto.



Foto tirada numa zona que foi submetida a intenso cisalhamento rúptil. Em função disso, as rochas encontram-se bastante fraturadas e quebradiças, características que indicam que devem apresentar alta permeabilidade secundária e que se desestabilizam com facilidade quando expostas em taludes de corte.

Foto da equipe da equipe chilena responsável pelo mapeamento geoambiental da região metropolitana de Santiago.

