

Durante a VII Expedição Brasileira à Antártica foram analisadas as condições dos refúgios Wiltgen, Cruls e Rambo, estando registrados em Alvarez, Relatório de Atividades e Resultados de 1989, os resultados do qual foram extraídas as principais informações do Quadro 01.

Quadro 1- Resumo das condições de habitabilidade dos refúgios brasileiros, conforme relatório de atividades e resultados da viagem à Antártica realizada em 1989.

REFÚGIO CRULS	REFÚGIO WILTGEN	REFÚGIO RAMBO
<ul style="list-style-type: none"> Interior: alguma incidência de fungos localizados; pequena infiltração de água no banheiro, má condição da pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> Interior: grande incidência de fungos, pequenas infiltrações de água e neve, mau cheiro. 	<ul style="list-style-type: none"> Interior: grande incidência de fungos, grandes infiltrações de água e neve, mau cheiro, chão recoberto por lâmina d'água, tábuas de piso e painéis empenados.
<ul style="list-style-type: none"> Exterior: má condição da pintura, painéis e estrutura em boas condições. 	<ul style="list-style-type: none"> Exterior: má condição da pintura, painéis e estrutura em boas condições, acúmulo de água no entorno próximo. 	<ul style="list-style-type: none"> Exterior: má condição da pintura, estrutura em avançado processo de corrosão.
<ul style="list-style-type: none"> Mobiliário: em boas condições. 	<ul style="list-style-type: none"> Mobiliário: inadequado para a função de laboratório. 	<ul style="list-style-type: none"> Mobiliário: colchões molhados, móveis com mofo e equipamentos com funcionamento deficiente, provavelmente em função do acúmulo de água interno.
<ul style="list-style-type: none"> Providências recomendadas: calafetação dos pontos de infiltração; lixamento interno e pintura em cores claras; pintura externa; confecção de porta e piso na ante sala. 	<ul style="list-style-type: none"> Providências recomendadas: calafetação dos pontos de infiltração; lixamento interno e pintura em cores claras; pintura externa, confecção de prateleiras, impedimento no uso como dormitório. 	<ul style="list-style-type: none"> Providências recomendadas: reforma total ou desativação.

4.3.- OS ACAMPAMENTOS

Uma outra forma de permanência na Antártica é através de barracas, especialmente manufaturadas para a função e somente utilizadas por pequenos períodos durante o verão.

Os acampamentos são normalmente utilizados por equipes da área de Ciências da Terra (geologia), visto suas atividades exigirem deslocamentos de um ano para outro, não admitindo portanto a construção de um refúgio em cada local de trabalho.

Tais acampamentos abrigam no mínimo 3 e no máximo 6 pessoas, sendo uma delas obrigatoriamente um alpinista. As condições de higiene, segurança e conforto são absolutamente precárias e a seleção da equipe deve seguir critérios rígidos de aptidão física e estabilidade psicológica.

A Figura 52 apresenta uma série de exemplos de barracas de acampamento e na Figura 53 uma tentativa de substituição das barracas por "iglus" construídos em fibra de vidro.

Foram adquiridas da Austrália dois iglus, que deveriam ser testados na Antártica durante o verão 93/94, porém não foi possível obter qualquer informação sobre a ocorrência ou não dos testes e, em caso positivo, os resultados alcançados. Destaca-se que os iglus permaneceram no Brasil sofrendo reformas por terem vindo da Austrália com porções de poliuretano exposto, contrariando um dos princípios do Tratado Antártico no que se refere ao manuseio de materiais não degradáveis.

A aquisição dos iglus prendeu-se basicamente nas vantagens oferecidas em relação ao conforto e à flexibilidade do projeto. Teoricamente - e conforme catálogos do produtor - seria possível montar o iglu a bordo do navio e transportá-lo inteiro com o auxílio de helicópteros. Tal atitude representa perceptível economia direta - no que diz respeito ao número de horas de vôo para a implantação de um acampamento - e indireta, na otimização do tempo de permanência do navio próximo ao local do acampamento.



Figura 52 - Exemplos de barracas desenvolvidas pela empresa canadense Weatherhaven, conforme catálogo comercial.



Figura 53 - Igiu australiano, exemplo de refúgio temporário (Foto da autora, 1989).

Quando da chegada dos iglus no Brasil, constatou-se, além dos problemas ecológicos mencionados anteriormente, a inviabilidade no transporte pelas aeronaves que dispõe o NApOc Barão de Teffé, não só em função do peso - cerca de 500 kg - como pela exigência de ventos fracos a moderados, condição considerada rara na Antártica. No entanto, mesmo sendo verificadas tais dificuldades iniciais, acredita-se que os iglus poderão ser transportados em partes e montados em terra, contribuindo para a melhoria nas condições de conforto de um acampamento.

Por outro lado, os acampamentos caracterizam-se por sua flexibilidade também em terra. É possível deslocar um acampamento com o auxílio de pequenos trenós ou embarcações do tipo "Zodiac", criando uma certa independência do apoio logístico do navio ou da Estação. O iglu australiano no entanto, principalmente por seu peso, tamanho das peças e dificuldade de montagem na presença de vento, enquadram-se melhor na categoria de refúgios temporários onde o esforço de montagem é exercido somente uma vez, ficando em uso por cerca de 45 dias.

Conforme mencionado anteriormente, mereceria também destaque, as soluções de distribuição espacial e ergonômicas verificadas nos navios brasileiros com destino à Antártica, que foram adaptados para as situações específicas não só no que diz respeito ao reforço dos cascos e aprimoramentos nos maquinários em geral mas também na distribuição interna, criação de antecâmaras, instalações de equipamentos científicos, vedação e climatização dos ambientes internos, enfim, todas as transformações necessárias às embarcações que foram projetadas para atuarem em mares tropicais. O principal navio brasileiro com atividades na Antártica, o NApOc Barão de Teffé, pertencente à Marinha do Brasil, não necessitou de tantas modificações, visto ser um navio adquirido especialmente para as atividades previstas. Em função da pouca interferência que a arquitetura naval exerce sobre o objeto principal da pesquisa - os módulos em madeira implantados pelo Brasil na Antártica - tais aspectos não serão relatados neste trabalho, ressaltando no entanto, que o principal meio de transporte dos elementos construtivos é da mão-de-obra necessária para a construção e manutenção das edificações brasileiras na Antártica, dependeram basicamente das condições oferecidas por esse Navio.

Capítulo 05

AS EDIFICAÇÕES EM MADEIRA IMPLANTADAS PELO BRASIL NA ÂNTÁRTICA

Para o Brasil, país caracteristicamente tropical, desenvolver tecnologia adequada para as edificações na Antártica é um grande desafio. Considerando que essas soluções devem ser compatíveis com a realidade econômica, política e cultural nacionais, esse desafio torna-se ainda maior. As edificações em madeira foram desenvolvidos para suprirem as necessidades e condicionantes Antárticos em coerência com essa realidade nacional.

A natural ausência de repertório do Brasil no que diz respeito às edificações em climas frios aliada as dificuldades no intercâmbio com países que tradicionalmente convivem com climas semelhantes ao da Antártica, são alguns dos fatores que dificultam o desenvolvimento e aprimoramento tecnológico relacionado à temática em questão.

Por outro lado, o interesse que os assuntos antárticos despertam nos periódicos auxilia tanto na efetivação de parcerias para o desenvolvimento dos estudos como no patrocínio necessário para a execução dos projetos desenvolvidos.

5.1.- HISTÓRICO

A presença brasileira na Antártica abriu um leque de perspectivas de pesquisas em diversas áreas de atuação, tais como geologia, meteorologia, biologia, medicina, ciências atmosféricas, dentre outras. As questões relativas ao apoio logístico não eram ainda vistos como

potencialmente favoráveis ao desenvolvimento de pesquisas específicas, tanto no aspecto de métodos e processos como no estudo de materiais tradicionais e/ou alternativos, porém, a peculiaridade do assunto despertou o interesse de alguns estudantes do Curso de Arquitetura da UNISINOS iniciando assim a pesquisa sistemática sobre a Arquitetura na Antártica. Em 1985, esse grupo desenvolve uma proposta de pesquisa que, ao ser encaminhado à SECIRM - na oportunidade, o organismo responsável pelo financiamento das pesquisas - foi recusado, ocasionando o seu desmembramento. Cada qual seguiu em um novo campo de pesquisa ou atividade comercial, sendo a pesquisa sobre Arquitetura na Antártica desenvolvida somente por esta autora, culminando no trabalho de conclusão de curso de Arquitetura intitulado "Antártica: origem de uma nova Arquitetura" (1986) e na monografia "O universitário brasileiro na Antártica: sua visão, perspectiva de sua contribuição e aproveitamento de sua participação" (1986), este último ganhador do Concurso Nacional Fundação Projeto Rondon, que tinha como prêmio uma viagem à Antártica.

Assim, a primeira viagem a Antártica, em janeiro de 1987, possibilitou a comparação dos estudos teóricos até então desenvolvidos com a realidade do ambiente Antártico, não só nos aspectos técnicos como também nos sociais, econômicos e políticos. A possibilidade de vivenciação com pesquisadores e militares, a participação no cotidiano da estação, a visita a instalações de outros países e o estudo "in loco" das restrições de transporte e mão-de-obra, transformaram-se em importante bagagem para a nova proposta de projeto de pesquisa.

Os resultados alcançados na primeira viagem de estudos possibilitaram o prosseguimento das atividades, agora com o apoio efetivo da UNISINOS. Ainda em 1987, um novo projeto de pesquisa é encaminhado à CIRM, recebendo sua aprovação e permitindo que as atividades pudessem agora seguir com caráter metodológico e objetivos práticos definidos.

O primeiro projeto desenvolvido - solicitado pela CIRM - foi um plano de expansão para a Estação Antártica Comandante Ferraz, originando os estudos sobre planejamento (planejamento urbano?), culminando no denominado "Plano Piloto da Estação Ferraz", cujo resultado final configurou-se num mapa básico e relatório justificativo das propostas. Também foram iniciados estudos para o aprimoramento de técnicas que possibilitassem a

construção de Refúgios em curto espaço de tempo e otimizados no conforto desejado.

1987 também foi o ano em que o físico Mario Rabelo de Souza, pesquisador do Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA/DF, realizava as primeiras experiências associando a resistência mecânica da madeira às baixas temperaturas. A partir de meados de 1988, a vinculação da UNISINOS com o LPF, tornou possível iniciar estudos relacionados ao uso da madeira na Antártica tanto no aspecto técnico construtivo como no conforto biológico e psicológico. Do convênio UNISINOS/CIRM/IBAMA, resultou ainda em 1988, na construção, testes e implantação na Ilha Elefante - Antártica, de um protótipo em escala real, denominado "Refúgio Emílio Goeldi" em homenagem ao naturalista suíço e doutor em zoologia Emílio Augusto Goeldi (Alvarez e Melo, 1989). Posteriormente, o projeto básico sofreu pequenas transformações, sendo implantadas novas unidades e atualmente a técnica está sendo utilizada pela Marinha do Brasil para a construção de laboratórios, alojamentos, etc. Embora desde então outras edificações semelhantes tenham sido produzidas resultantes do mesmo convênio, o Refúgio Goeldi tem servido de referência para observações do comportamento dos diversos materiais utilizados, tanto em relação às suas resistências específicas como, principalmente, na verificação do conforto final alcançado.

Em 1991, o intercâmbio de informações com professores e alunos do curso de mestrado da FAUUSP e em 1992 as atividades desenvolvidas junto ao IPT⁵⁵ permitiram o aprofundamento nos conhecimentos relacionados à temáticas específicas, tais como conforto, resistência da madeira, programação visual, dentre outros.

Os resultados das pesquisas vêm sendo apresentados e publicados em eventos nacionais, tais como EBRAMEM - Encontro Brasileiro de Madeira e das Estruturas de Madeira, Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Reunião Anual da SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Revista Tecnológica da UNISINOS, Revista Técnica do LPF/IBAMA, ENCO - Encontro Nacional da Construção, Revista Técnica, Congresso Brasileiro de Arquitetos, dentre outros. Também a temática tem despertado o interesse de alunos de graduação que desenvolvem seus trabalhos de conclusão de curso sobre o assunto e mesmo por graduados que almejam desenvolver

⁵⁵ Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

dissertação ou tese sobre a Arquitetura na Antártica, devendo também serem mencionadas as muitas bolsas de iniciação científica, aperfeiçoamento e mestrado desfrutadas por alunos e pesquisadores de Arquitetura para desenvolvimento e continuidade dos estudos, seja a nível de graduação ou pós graduação.

Após 1992, a pesquisa defronta-se com dois problemas fundamentais: 1. Perda de interesse do Brasil em atuar na Antártica em função da prorrogação dos prazos estabelecidos pelo Tratado Antártico e 2. Mudança na estrutura do PROANTAR (a partir de 1991), com o financiamento das pesquisas pelo CNPq - que não inclui as pesquisas na área de logística - sendo da Marinha a responsabilidade pelo apoio e não mais pelo desenvolvimento tecnológico.

Atualmente a pesquisa vem sendo desenvolvida através da UFES - Universidade Federal do Espírito Santo, ainda com a colaboração do LPF/IBAMA e do IPT, sendo relatado no capítulo 6 - Comentários Finais, o estágio atual das atividades e as aplicações específicas dos estudos desenvolvidos.

5.2.-CONDICIONANTES DE PROJETO ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

Pensar em Arquitetura na Antártica significa lidar com condicionantes incomuns à nossos meios urbanos tradicionais. Além dos rigores climáticos, que exigem estudos específicos do qual o Brasil pouca informação possui, os condicionantes de uso e de apoio logístico determinam a configuração final da proposta. Os meios de transporte, a ausência de maquinário e equipamentos adequados, a falta de mão-de-obra especializada e o pouco tempo disponível para a montagem final na Antártica, são alguns dos itens limitantes do projeto.

Basicamente, as premissas a serem consideradas são:

a) **Segurança estrutural:** a edificação deve suportar ventos constantes de 200 km/h e rajadas de até 250 km/h. Além da segurança real,

deve ser considerado neste ítem, também a questão da segurança psicológica, buscando-se evitar, sempre que possível, a vibração da estrutura quando submetida aos rigores das costumeiras tempestades. Quando a edificação destina-se ao uso de laboratório, a ausência de vibração torna-se uma obrigatoriedade, visto a sensibilidade dos equipamentos normalmente utilizados. Ainda com relação à segurança, também deve ser dada especial atenção à questão da prevenção de incêndio, já que a Antártica caracteriza-se por baixos índices de umidade absoluta, favorecendo a propagação do fogo;

b) **Intervenção física no terreno:** por normalmente o projeto arquitetônico e estrutural ser planejado para implantação com a maior flexibilidade possível e por normalmente o projetista desconhecer os locais exatos de implantação das novas edificações, o projeto estrutural deve possibilitar o nivelamento com um mínimo de intervenção na topografia local. Essa premissa justifica-se também pela ausência de equipamentos para terraplanagem (com exceção de locais próximos à Estação Ferraz, que possui tratores), contribuindo assim para a minimização do uso da mão-de-obra em atividade estafante e reduzindo o tempo necessário para a montagem;

c) **Habitabilidade:** com o estudo e observações efetuadas na Estação Ferraz, verificou-se a necessidade de assegurar as condições mínimas de conforto térmico, possibilitando inclusive a ventilação higiênica necessária nos espaços internos. Nos ambientes com utilização durante o inverno, o aquecimento artificial é absolutamente obrigatório, diferente dos refúgios que são utilizados somente no verão, permitindo um relativo condicionamento somente com a utilização dos equipamentos internos (Alvarez e Vittorino, 1993);

d) **Transporte:** as edificações devem resistir ao transporte terrestre (da origem até o porto de Rio Grande, RS ou Rio de Janeiro, RJ), marítimo (de navio do porto até a Antártica e de balsa ou bote tipo "Zodiac" do navio até a praia mais próxima) e, eventualmente aéreo com helicóptero, nos locais onde o transporte por balsa é inacessível. Verifica-se portanto que a carga sofrerá impacto de trepidação constante - no caso do transporte terrestre, algum impacto no carregamento para os porões do navio e forte impacto se descarregado por helicóptero.

Dentre as várias limitações das aeronaves, destacam-se as que acarretam maiores interferências projetuais, ou seja:

1) A carga externa máxima suportada pela aeronave com o tanque de combustível cheio é de 300 kgf. Estando o tanque de combustível com o mínimo necessário ao vôo, esse limite pode alcançar até 500 kgf em carga externa⁵⁶;

2) As peças devem possuir "área vélica" reduzida, visto o perigo que representam quando oferecem resistência ao vento, provocando movimentos pendulares da carga em relação à aeronave. Observa-se que os vôos na Antártica são executados sob grande tensão, tanto por parte dos pilotos como de toda a equipe envolvida nesta atividade. Qualquer indício de que a carga possa comprometer a segurança da aeronave é motivo para que ela seja alijada durante o vôo.

Ainda com relação ao aspecto transporte, a "força homem" também deve ser considerada, pela grande possibilidade de ausência de equipamentos auxiliares em terra, como por exemplo quando a edificação destina-se ao uso como refúgio. Assim, deve-se considerar que todas as peças deverão ser transportadas por dois homens, cujo vestuário é impeditivo e a presença de fortes ventos dificultam ainda mais a operação.

A Figura 54 ilustra os principais meios de transporte a que todo projeto de edificação na Antártica está sujeito;

e) **Embalagens:** considerando os tipos de transporte e a eventual necessidade de exposição do material à intempéries por períodos prolongados, todas as peças devem ser embaladas de forma a proporcionarem o condicionamento necessário conforme o tipo de material. Essas embalagens normalmente devem ser providas de alças que permitam o içamento, tanto pelo guindaste no navio como para o transporte por helicóptero. Por outro lado, as embalagens devem ser otimizadas para serem facilmente desmontadas e, na medida do possível, recicladas para uso no próprio local, já que todo o material considerado "lixo" deve ser retirado da

⁵⁶ Observa-se que para o projeto arquitetônico, considera-se como carga máxima o valor de 300 kgf, já que o procedimento de carregamento deve levar em consideração a sequência de montagem em terra. Associar tal procedimento com o consumo de combustível da aeronave - quando não se sabe sequer a distância que o navio fundeará em relação a costa - é tarefa que dificilmente poderia ser executada com eficiência.

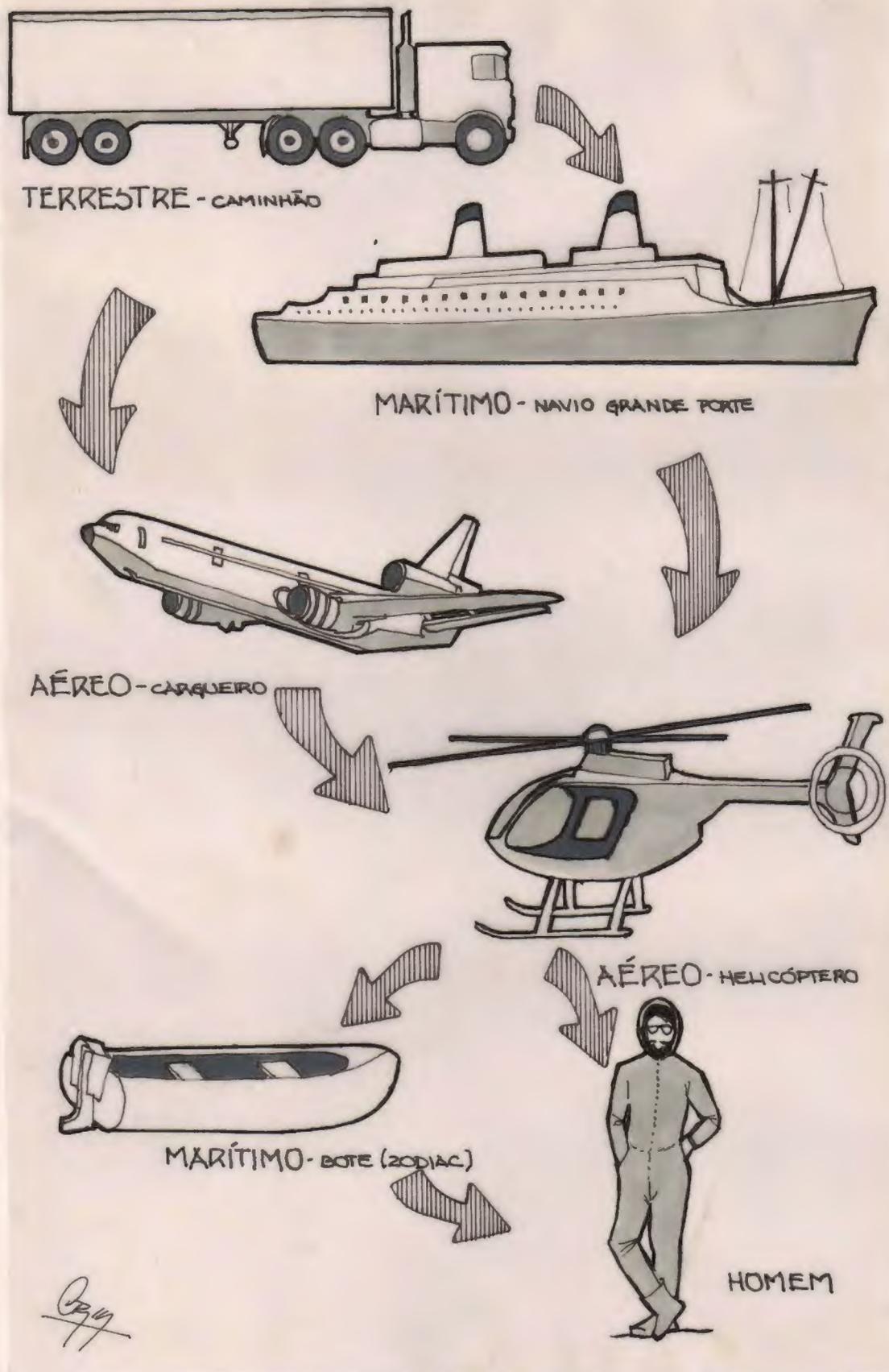


Figura 54 - Esquema básico dos meios de transporte.

Antártica, aumentando ainda mais o tempo necessário para o término das atividades e o custo operacional;

f) **Pré-fabricação:** os condicionantes antárticos já demonstrados impõem soluções que fatalmente recaem na pré-fabricação. O planejamento deve, portanto, dimensionar as peças buscando o máximo em flexibilidade com relação ao uso final, coerência com a disponibilidade no mercado nacional e otimização no custo para eventual produção seriada;

g) **Manutenção e flexibilidade:** em função das naturais dificuldades de acesso ao local e do conseqüente custo, a edificação na Antártica deve exigir um mínimo de manutenção indispensável, que deve ser passível de execução sem a constante supervisão de seus idealizadores. A técnica construtiva adotada deve prever inclusive a possibilidade de desmonte e remonte em outro local de interesse, com perda mínima de material;

h) **Melo ambiente:** desde a escolha do local - que normalmente conta com a assessoria de biólogos e geólogos do PROANTAR e obedece às recomendações do Tratado Antártico - até o treinamento da equipe de montagem, os procedimentos de instalação da edificação devem obedecer à rigorosos critérios ambientais. O lixo produzido na montagem, deve ser totalmente recolhido e transportado de volta ao navio; deve-se evitar o manuseio de materiais plásticos, principalmente no caso do poliuretano expandido e espuma rígida de poliestireno expandido ("isopor"), que soltam-se com facilidade e são levados para longe do local de implantação da edificação; a topografia deve ser preservada assim como a eventual presença de líquens; não deve haver nenhuma instalação próxima a locais frequentados por animais, com exceção dos absolutamente necessários às atividades de pesquisa; na escolha do local de implantação, deve-se prever a eventual necessidade de transporte por helicóptero, que causa estressamento nos animais locais, principalmente nas aves; quando necessária a implantação de sanitários, os resíduos finais devem ser tratados ou selecionados; enfim, deve permanecer claro que o Homem inevitavelmente causa impacto na Antártica, porém tal impacto pode ser amenizado através de um planejamento adequado e treinamento do pessoal envolvido na implantação e manutenção das instalações;

l) Durabilidade: as observações consecutivas em bases e Estações da Península Antártica alertaram sobre o problema da durabilidade dos materiais, principalmente nos elementos metálicos que sofrem rapidamente processo de corrosão quando não devidamente tratados. Também a fibra de vidro pode apresentar sinais de decomposição em função da grande incidência de raios ultra violeta, sendo observadas algumas estruturas em fibra de vidro adquirirem porosidade ao longo do tempo;

j) Tecnologia nacional e mão-de-obra: somos um país caracteristicamente tropical - embora com regiões que atingem baixas temperaturas - e conseqüentemente, não possuímos ainda tecnologia específica para o frio, porém, a diversificação de materiais disponíveis permitem a adequação às necessidades antárticas e o desenvolvimento de soluções próprias e econômicas. Deve também ser considerado no projeto, que a mão-de-obra disponível para a montagem das edificações é, normalmente, a tripulação do navio, que embora altamente qualificada para as funções que exercem, não possuem treinamento ou formação na área de construção civil;

k) Rapidez de montagem: as constantes variações climáticas características da Antártica condicionam a soluções que possam ser executadas num curto espaço de tempo. No caso especificamente dos refúgios, pelo local normalmente não possuir qualquer outra edificação próxima, a segurança e conforto da equipe de montagem dependem da rapidez com que o trabalho será executado; enquanto o abrigo não estiver montado, a equipe deve se acomodar em barracas provisórias ou executar viagens de retorno ao navio, nem sempre viáveis pelas condições climáticas;

l) Custo: Naturalmente o aspecto "custo" também é um condicionante de considerável peso na concepção da proposta, não existindo no entanto, valores que possam ser apresentados como parâmetro, visto as constantes instabilidades econômicas e, principalmente, políticas por que passa o país. Qualquer tentativa de delimitação corre o risco de ser irreal, pois as edificações na Antártica dependem não só da disponibilidade econômica do PROANTAR mas também, da disposição política, já que o grau de prioridade sofre variações difíceis de serem dimensionadas.

5.3.- JUSTIFICATIVA PARA USO DA MADEIRA

Inicialmente, a escolha da madeira como principal elemento construtivo foi em função deste material potencialmente poder suprir todos os condicionantes anteriormente descritos, sendo verificado na prática que com exceção da segurança contra fogo - ainda em estudo - os demais itens foram cumpridos com vantagens. Tal afirmação pode ser enfatizada com a descrição dos seguintes aspectos:

a) **Resistência:** ensaios realizados pelo físico Mario Rabello de Souza, anteriormente citado, demonstravam que a madeira, quando submetida à baixas temperaturas, tende a aumentar sua resistência mecânica em função do congelamento da água em seu interior (Souza e Siqueira, 1986). Destaca-se no entanto que os ensaios foram realizados com nitrogênio líquido, reduzindo a temperatura dos corpos-de-prova para até -170°C , condição inexistente na Antártica. Tais ensaios pouca ou nenhuma utilidade tem no dimensionamento de estruturas para edificações na Península Antártica pois, além de tal temperatura nunca ser alcançada, deve-se considerar ainda que há ocorrência de temperaturas positivas durante alguns períodos de verão, provocando o descongelamento da água no interior dos materiais, não podendo portanto serem considerados os parâmetros de resistência com a peça congelada. Contudo, foram esses ensaios iniciais que incentivaram a busca de técnicas construtivas com adoção da madeira como matéria-prima básica;

b) **Habitabilidade:** além de tradicionalmente ser utilizada com bons resultados pelos primeiros desbravadores da Antártica, percebe-se que a madeira, por sua baixa condutibilidade, densidade aparente reduzida e fácil trabalhabilidade, pode ser um excelente material para a questão do conforto térmico. Tal opção pode ser ilustrada através da comparação das características térmicas da madeira em relação às de outros conhecidos materiais construtivos tradicionais, como por exemplo o tijolo e o concreto, conforme Tabela 2;

Tabela 2 - Características térmicas de alguns materiais construtivos.

Materiais ⁵⁷	Densidade aparente (kg/m ³)	Condutibilidade térmica (W/mk)
Madeira	350 a 750	0,10 a 0,18
Tijolo	1900	0,82
Concreto	2000 a 2400	1,16 a 1,63

c) Identidade: a busca de conforto na Antártica ocorre não somente a nível das necessidades físicas/biológicas como também no aspecto psicológico, que neste ambiente assume importância considerável no projeto arquitetônico.

Com relação à madeira, o usuário sente identificação e a percebe como um elemento natural, agradável ao tato e à visão. É tradicional a imagem de chalés em madeira rodeada da mais branca neve das montanhas, gerando a conhecida sensação de aconchego e proteção;

d) Durabilidade: observações consecutivas de uma antiga base inglesa na Antártica (Base "G" - Figura 55), construída em madeira e sem manutenção desde 1961, mantinha sua estabilidade estrutural sem dar demonstração de degradação da madeira, provavelmente porque a inexistência de insetos nocivos e as condições desfavoráveis para a proliferação de fungos garantem a durabilidade do material.

Observa-se que a proliferação de fungos está condicionada às condições favoráveis de temperatura, umidade e oxigênio. O ambiente natural antártico possui pouca umidade e pouco calor, inviabilizando a degradação da madeira por elementos orgânicos. No entanto, no interior das edificações, constatou-se a incidência de fungos em função de os ambientes serem artificialmente aquecidos e não ventilados, favorecendo o acúmulo de umidade;

⁵⁷ Madeira com teor de umidade = 15%: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Dados medidos no Laboratório de Física dos Materiais. Para o tijolo e o concreto, dados obtidos a partir de BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Standard U-values, Garston, BRE, 1975. (BRE-Digest, 108).



Figura 55- Croqui perspectivo da antiga Base "G", testemunho da durabilidade da madeira na região Antártica.

e) Tecnologia e mão-de-obra: abundante no Brasil, a madeira possibilita a adoção de técnicas conhecidas, facilitando inclusive a contratação de mão-de-obra para a confecção e, dependendo da técnica, exigindo o mínimo de operários especializados para a posterior montagem na Antártica;

f) Meio ambiente e conscientização cultural: a falta de informações sobre o uso da madeira, associado ao preconceito cultural no Brasil de construções habitacionais com esse material, geram um uso errôneo e/ou seu desperdício. O uso numa edificação Antártica, através da ampla divulgação dada aos assuntos relacionados àquela região, pode auxiliar na tentativa de mudança na mentalidade no que diz respeito ao preconceito cultural. Também pode ser um eficiente auxiliar no rebatimento da errônea idéia de ser a construção civil com madeira, uma atitude anti-ecológica. Ora, o uso valoriza o material e, conseqüentemente, a valorização leva ao uso com critérios e incentiva os investimentos no setor. Considerando principalmente que a madeira é um dos únicos materiais construtivos tradicionais realmente renovável, seu uso indica uma preocupação preservacionista e não ao contrário;

g) **Custo:** as costumeiras limitações financeiras por que passa o País e, conseqüentemente o PROANTAR, exigem soluções coerentes tanto com o aspecto econômico direto, ou seja, o custo final da edificação, como com relação ao custo indireto, através do desenvolvimento de tecnologia, a partir do que oferece o mercado nacional, incentivando a geração de empregos, bens e produtos. Diante de tal raciocínio, a importação de soluções prontas, alienígenas às nossas potencialidades, não devem ser incentivadas com o risco inclusive de uma indesejada dependência tecnológica para novas soluções e manutenção das já existentes.

O uso da madeira responde satisfatoriamente às premissas relacionadas ao custo direto e indireto, permitindo inclusive a adoção de técnica construtiva de baixo custo inicial e baixo custo de manutenção, além de representar baixo custo em relação à demanda energética necessária para as duas etapas; construção e manutenção.

5.4.- CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO REFÚGIO EMÍLIO GOELDI

O Refúgio Permanente "Emílio Goeldi", Figura 56, assim como as demais edificações em madeira, foram planejados e confeccionados a partir do convênio com o LPF/IBAMA-DF, sendo a responsabilidade técnica do Engenheiro Civil Julio Eustáquio de Melo, mestre em Estruturas de Madeira pela Escola de Engenharia de São Carlos (USP) e desta autora.

A metodologia básica para o planejamento, confecção e implantação de uma edificação em madeira na Antártica segue basicamente os passos descritos na Figura 57 - Metodologia.

O Refúgio teve como principal condicionante a questão do transporte, já que teria que ser totalmente transportado por helicóptero, pois a Ilha Elefante, local de sua implantação, apresenta encostas escarpadas e grande número de recifes e icebergs que impedem a aproximação por mar, conforme ilustra a Figura 58.

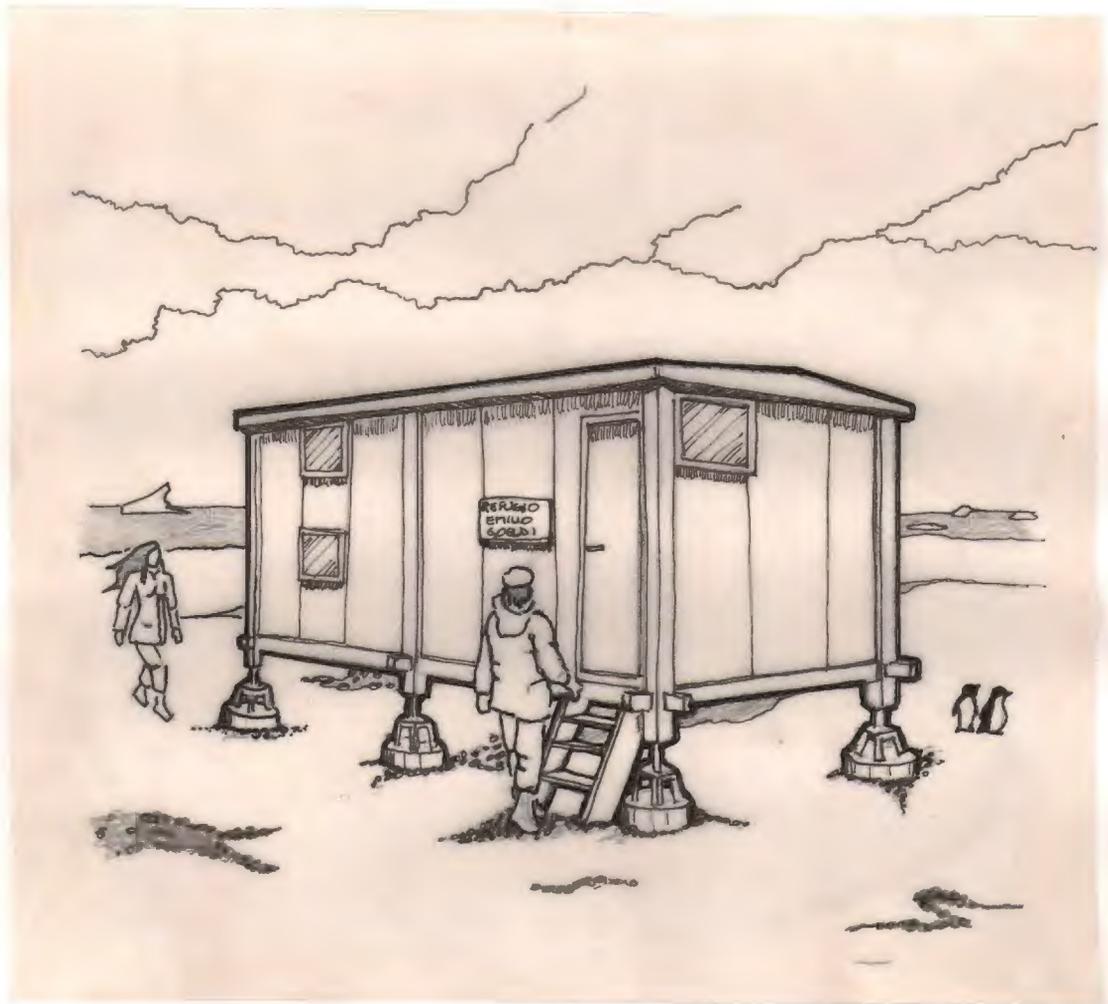


Figura 56- Croqui do refúgio Emílio Goeldi, implantado em 1988. Foi o protótipo inicial das edificações em madeira desenvolvido através do convênio UNISINOS/IBAMA/CIRM.

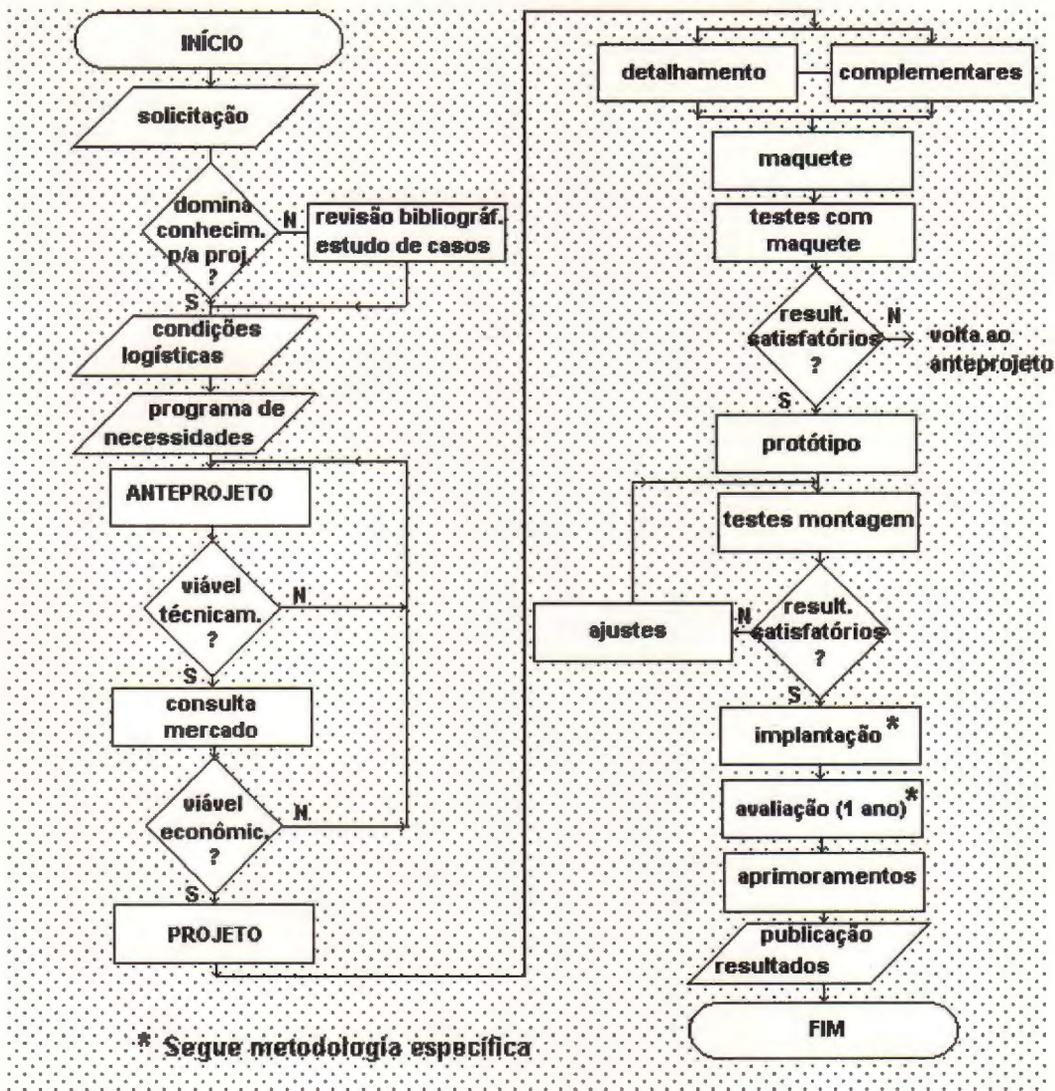


Figura 57 - Quadro esquemático da metodologia adotada.

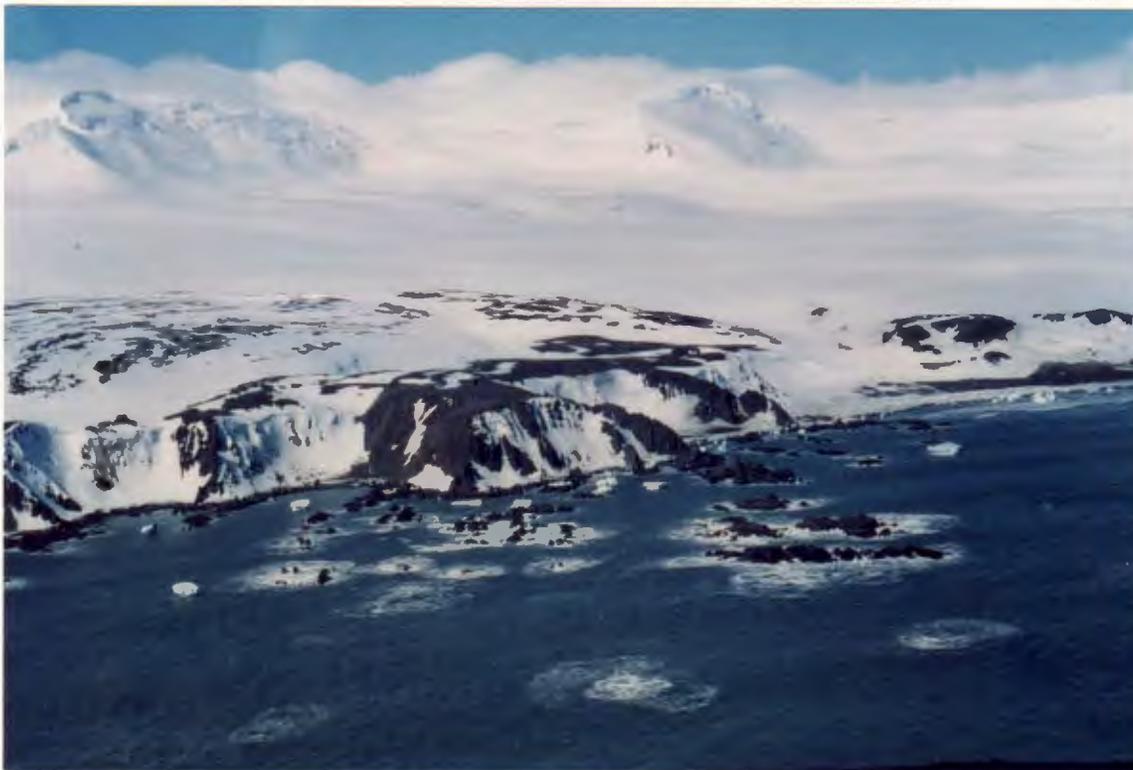


Figura 58 - Fotografia em perspectiva aérea da Ilha Elefante onde percebe-se a dificuldade para qualquer tipo de aproximação por mar, tanto pela presença de rochas pontiagudas como corais e pedaços de gelo flutuantes (Foto da autora, 1988).

Por ser o helicóptero a condição mais crítica de transporte - e a mais utilizada - o projeto arquitetônico/estrutural teve que sujeitar-se às suas limitações, principalmente no dimensionamento das peças.

O programa incluía, além dos condicionantes gerais anteriormente relacionados, a ocupação por seis pesquisadores, normalmente da área de ornitologia. Esse fato gerou uma preocupação adicional que é o mau cheiro característico das roupas de quem trabalha com anilhamento de aves, principalmente pinguins.

O período de permanência no refúgio é de cerca de 45 dias e máximo de 60 dias. Com isso, deve-se dar condições de abastecimento de alimentos e materiais para no mínimo 90 dias, considerando que na troca de equipes é feita a reposição de grande parte do material perecível.

Como pode ser observado na Figura 56, a edificação é projetada para permanecer elevado do solo - cerca de 70 cm - e a cobertura é quase plana, contrariando a tradicional imagem dos chalés nas montanhas com neve. Para tais atitudes, comuns no ambiente Antártico, valem algumas explicações:

1.- A edificação é afastada do contato com o solo a fim de permitir a livre circulação do vento no espaço entre o piso e o solo. Com isso, evita-se a formação de poças d'água originárias do contato entre a edificação aquecida e o gelo e neve do solo, evitando também a provável umidade ascendente decorrente de pisos úmidos e que prejudicam consideravelmente o isolamento térmico;

2.- A cobertura plana, além de não representar um obstáculo a mais para os fortes ventos da região, atua de forma a impedir o acúmulo de neve, visto que o vento constante encarrega-se de "varrê-lo". Observa-se que na Antártica, a união de neve e vento é muito comum, fazendo com que normalmente os flocos movimentem-se quase que no sentido horizontal. Na Antártica portanto, a neve não "cai do céu", ela "corre" paralela ao solo.

O protótipo inicial foi projetado com modulação básica = 1 m, área interna útil de 18 m² e uma pequena casa de máquinas de 4 m² para instalação dos geradores. Essa casa de máquinas possibilita, além da necessária proteção dos equipamentos, o aproveitamento do calor despreendido pelos geradores - e normalmente desperdiçado - para a secagem das roupas. Assim, os pesquisadores podem lavar suas roupas e equipamentos com maior frequência ou mantê-los externo à unidade habitacional, preservando a qualidade do ar no ambiente de convivência comum. Além disso, a casa de máquinas permite a guarda de equipamentos e roupas utilizadas nos trabalhos de campo, que ficam impregnados pelo odor desagradável, característico do tipo de trabalho.

A Figura 59 - Planta baixa do Refúgio Emílio Goeldi apresenta a distribuição geral interna, ressaltando que o mobiliário foi especialmente desenhado para melhor aproveitamento do espaço e otimização no tempo de montagem na Antártica. No estar/jantar/cozinha, por exemplo, a mesa é desmontável, os bancos são tipo "baú" (para guarda de roupas de cama e banho) e todas as paredes foram aproveitadas com prateleiras (Figura 60). O dormitório comporta somente 3 beliches e 2 armários (cada um dividido em 3 partes) para guarda de roupas pessoais (Figuras 61 e 62). Sobre cada cama, uma pequena prateleira com função de mesa de cabeceira. Destaca-se aqui que mesmo o mobiliário teve que ser exaustivamente detalhado a fim de que a montagem não consumisse o valioso tempo disponível para o trabalho total.

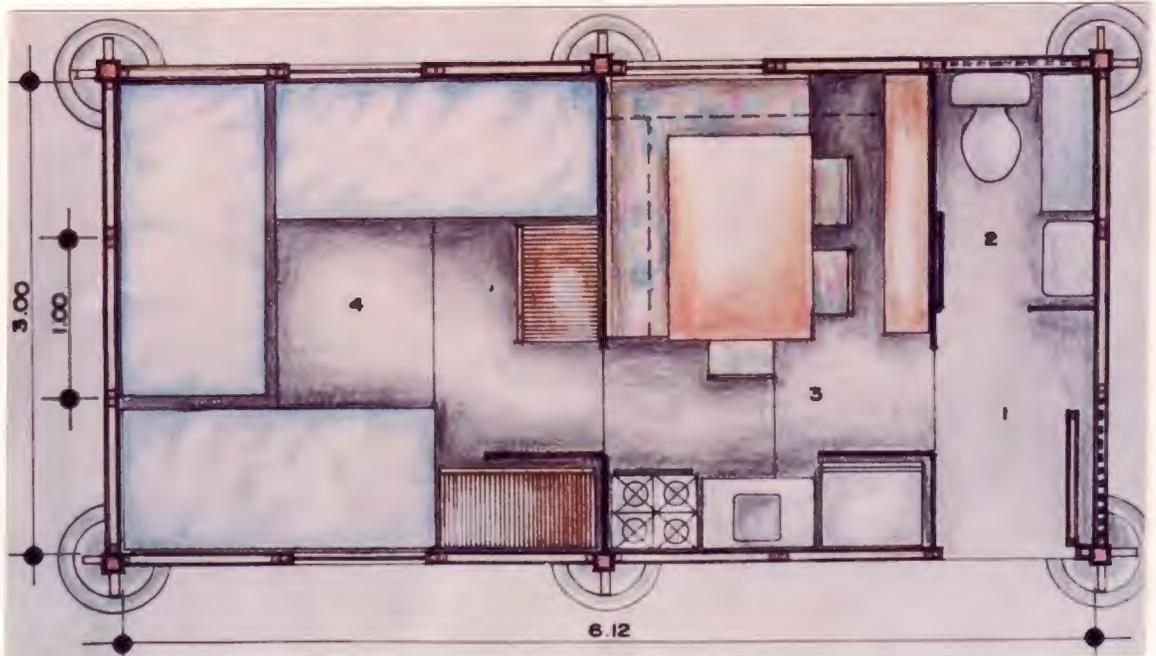


Figura 59 - Planta baixa com "lay out" do Refúgio Emílio Goeldi.



Figura 60 - Croqui perspectivo do ambiente estar/jantar do Refúgio Goeldi.

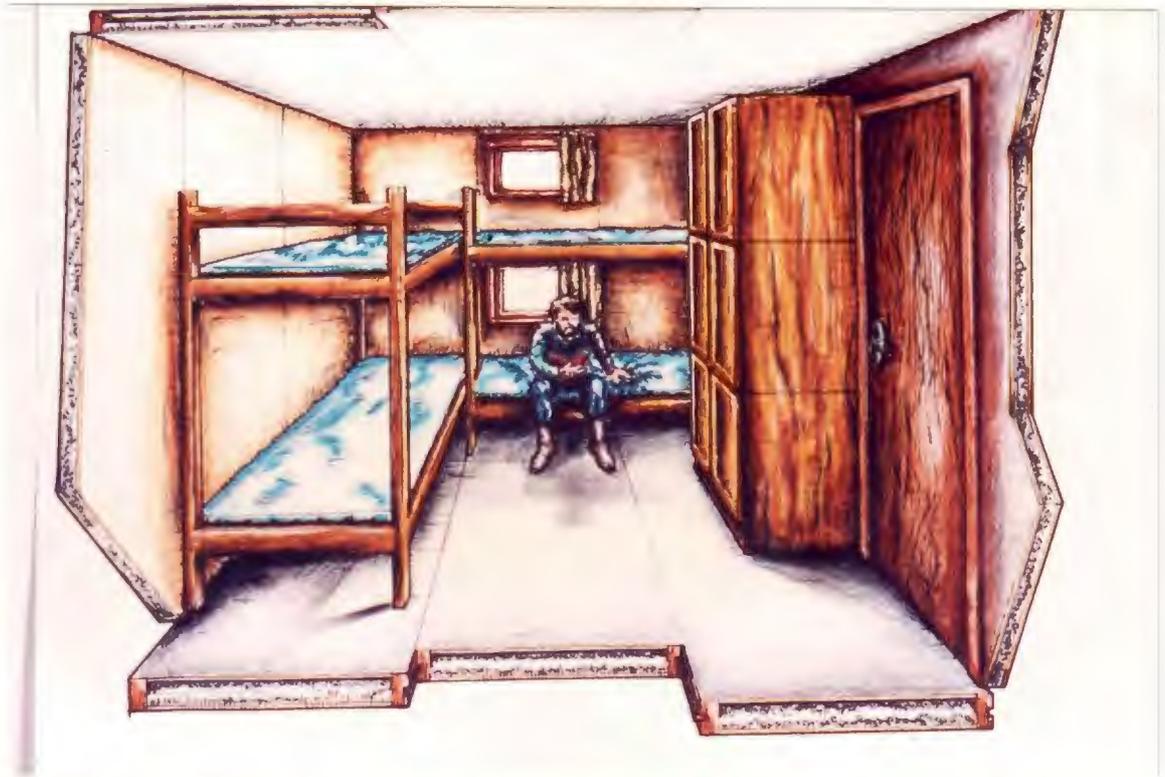


Figura 61 - Croqui perspectivo do dormitório para 6 pessoas.

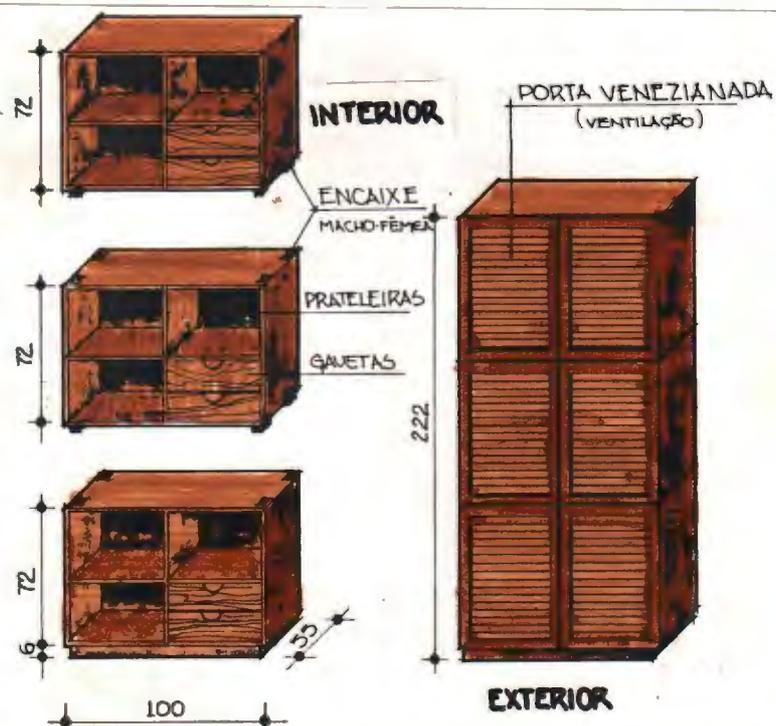


Figura 62 - Desenho do guarda-roupa projetado em 3 partes, facilitando a montagem e a divisão entre os usuários. Observa-se que a porta venezianada foi planejada para evitar o surgimento de umidade no interior dos armários, já que a atividade de cozimento, associada às janelas e portas normalmente fechadas, tende a aumentar a umidade do ambiente em geral.

Os armários do dormitório, por exemplo, foram propostos para serem somente "empilhados" (Figura 62), evitando a costumeira perda de tempo característico de montagem de guarda-roupas. Além disso, o espaço interno não permitiria grandes movimentações para a montagem, já que, conforme mencionado anteriormente, não se poderia contar com condições climáticas amenas que permitissem a execução do trabalho na parte externa da edificação.

Diante das dificuldades de transporte, o projeto foi concebido para que todas as peças pudessem ser transportadas por via aérea e dentro do menor prazo possível, visto não somente o alto custo que representam os vôos como principalmente, pela instabilidade climática característica da região da Península Antártica, onde a possibilidade de algumas horas ininterruptas de condições adequadas para operações aéreas, é considerado raro.

Na Antártica é comum depararmo-nos com um tipo de solo denominado "permafrost" que interfere profundamente nos projetos estruturais, pois parte de sua composição contém argila que, além dos processos de retração e expansão que sofre, ainda atua como lubrificante, deixando o solo instável. Próximo às praias, onde concentram-se a maior parte das instalações, o solo é composto por sedimentos inconsolidados praias, provocando movimentações indesejáveis pelas constantes mudanças do estado da água nos interstícios. Num linguajar pouco técnico, pode-se dizer que esse solo, composto basicamente de pequenas rochas semelhantes ao seixo rolado, absorve a água do derretimento de gelo e neve que, ao emergir para o interior, encontra uma temperatura inferior ao da superfície e congela novamente. Com o congelamento ocorre uma expansão que "movimenta" a camada superficial, fazendo com que seja impraticável o uso de fundações ou qualquer outra estrutura enterrada (Figuras 63 e 64). Observações em outras bases e estações comprovaram a força do fenômeno, facilmente percebido nas rachaduras e trincas das edificações, principalmente quando em formato de fita. Foi identificado em Ferraz que o solo é o principal causador das infiltrações de água nos corredores entre os módulos, visto que os containeres, em estrutura monobloco, movem-se em sua totalidade, o mesmo não ocorrendo nos corredores que unem um bloco ao outro. Assim, cada container movimenta-se de forma independente, provocando trincas na união entre eles, ou seja, nos corredores. Saliencia-se que o vento, quando

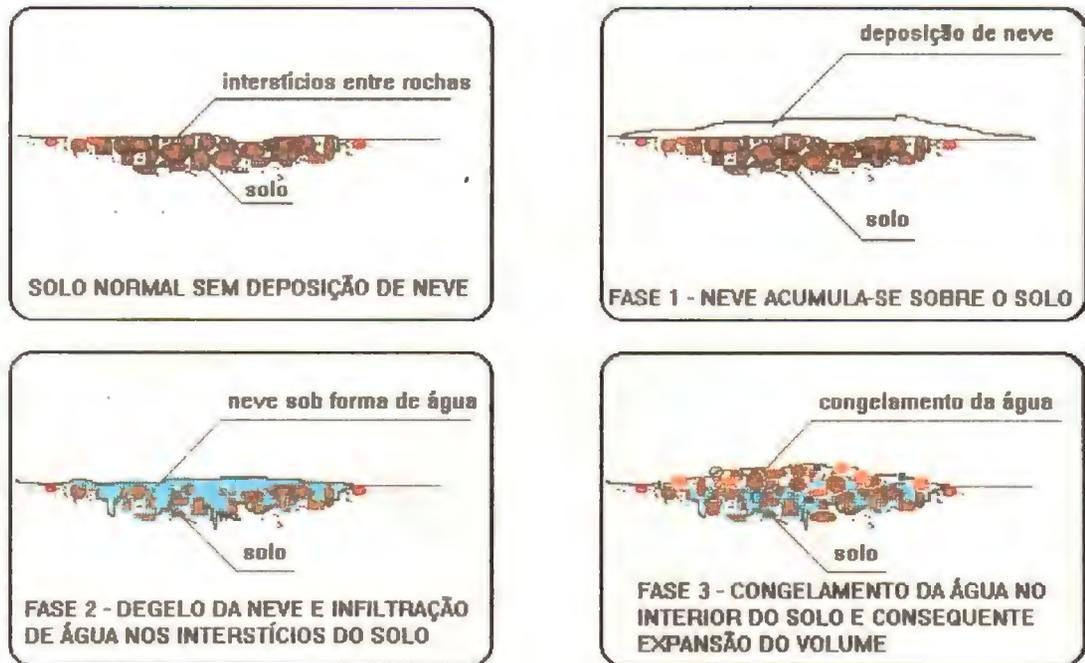


Figura 63 - Desenho esquemático da movimentação do solo em função do congelamento de água.



Figura 64 - Exemplo do tipo de solo comum na região, composto de rochas vulcânicas e caracterizado pela inexistência de terra no preenchimento dos interstícios. A foto do exemplo é propositalmente exagerada visto que, estando próximo a linha d'água das marés, tem os pequenos grãos constantemente varridos, aumentando ainda mais o espaço entre os sedimentos. Nos locais um pouco mais afastados, os fragmentos de rocha são mais pontiagudos (menos trabalhados) resultando na natural acomodação entre os grãos e menores espaços vazios entre eles. A título de curiosidade, a Foca de Weddell é um dos muitos animais antárticos que se mimetiza com o meio, dificultando a ação dos predadores naturais (Foto da autora, 1987).

com grande velocidade, também contribui para o rompimento das ligações entre os containeres.

A estrutura proposta em madeira maciça, admite pequenas movimentações do solo, e as sapatas superficiais permitem ajustes periódicos bem como adequação à pequenas ondulações na topografia local, sem necessidade de movimentação de terra.

Toda a estrutura foi concebida para funcionar basicamente por encaixes, evitando assim o uso de elementos metálicos, que diminuem a vida útil da edificação. Da mesma forma, os elementos de vedação são encaixados no vigamento principal e somente a cobertura recebe um revestimento adicional de folhas de alumínio, impedindo assim a infiltração através dos encaixes dos painéis.

A Figura 65 apresenta uma secção de corte representativa do sistema construtivo adotado, observando-se a ampla utilização da técnica de encaixes. Os painéis laterais são compostos de duas porções externas de compensado naval especial de 10 mm e a parte interna com "Isopor" em chapas de 60 mm, ficando com 80 mm no total de espessura, 1,00 m de largura e 2,40 m de altura. Já os painéis de piso, com 1,00 m x 3,00 m, atingem 140 mm de espessura com um dos lados em compensado de 15 mm que soma-se à camada de "Isopor" (60 mm) e uma camada de ar adicional (55 mm) - que auxilia no isolamento térmico - fechando com compensado de 10 mm. Os painéis de cobertura, as maiores peças do projeto com 3,30 m x 1,00 m, foram compostos com compensado de 6 mm, buscando-se diminuir seu peso e alcançam 16 mm de espessura na cumeeira, formando um pequeno colchão de ar entre o compensado superior e a camada de "Isopor". Os painéis de cobertura, depois de colocados na posição final, são recobertos com uma lona plástica e posteriormente revestido com chapas de alumínio de 0,5 mm de espessura por 1,00 m de largura, rebitadas entre si e pregadas na parte inferior dos beirais de cobertura.

Os painéis laterais são pintados externamente com tinta óleo na cor verde, como todas as edificações brasileiras na Antártica e internamente, também com tinta óleo, na cor bege, favorecendo a sensação de maior amplitude do espaço interior. As divisórias são em lambris de ipê (*tabebuia*

serratifolia) mantido em sua cor original. O piso do banheiro foi revestido com passadeira de borracha impermeável e antiderrapante. O forro de cobertura, na parte interna, foi pintada à óleo em branco, para aliviar a sensação causada pelo pé direito reduzido de 2,40 m.

Uma das medidas adotadas para aumentar a flexibilidade do projeto foi a definição da estrutura dos painéis laterais, que permitem a inserção de aberturas em quatro posições distintas, conforme demonstra a Figura 66: 1. na porção inferior, normalmente utilizada somente para passagem de fios e canalizações; 2. para janela da cama inferior de beliche; 3. para janela em áreas de trabalho (altura de escrivaninha) e 4. para janela de ventilação ou da cama superior de beliche.

Para o Refúgio Goeldi, as janelas propostas foram com vidros duplos de 5 mm cada e colchão de ar de 10 mm, sendo do tipo basculante, que favorecem a renovação de ar, impedindo a entrada de neve.

Para possibilitar o escurecimento do ambiente, optou-se por cortinas escuras e individuais nas janelas do dormitório já que a espessura dos painéis laterais (80 mm) dificultaria a colocação de venezianas ou similar. Além disso, deve-se considerar que os fortes ventos induzem à soluções na forma de folhas de correr ou com abertura para o interior. O primeiro caso seria de difícil solução técnica pois o acúmulo de neve nos trilhos poderia acarretar no rompimento da madeira. No segundo caso, a abertura para o interior consumiria um espaço não disponível, optando-se portanto ao simplificado sistema de cortinas.

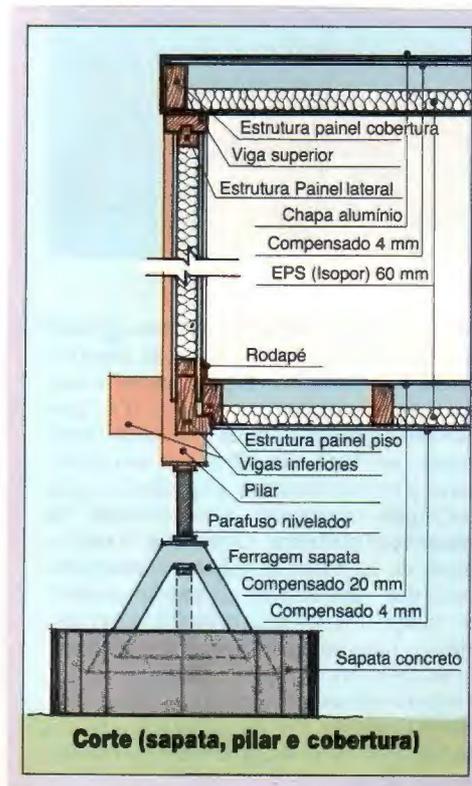


Figura 65 - Secção de corte longitudinal. As sapatas são projetadas para poderem adaptarem-se às irregularidades da topografia local. A movimentação do parafuso nivelador ocorre através de duas porcas que, ao serem giradas, eleva ou abaixa o parafuso principal e, conseqüentemente, toda a estrutura. O rodapé funciona como travamento dos painéis de piso e os painéis de cobertura são parafusados na viga superior.

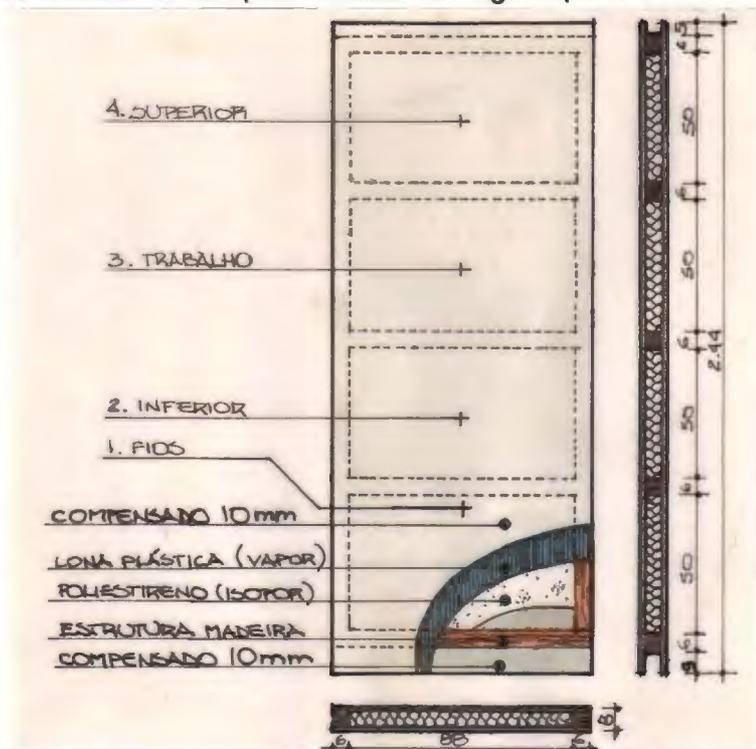


Figura 66 - Desenho esquemático da composição dos painéis laterais.

5.4.1.- Projeto estrutural e tratamento preservativo

Para a estrutura principal (vigas e pilares), armação dos painéis e esquadrias, foi escolhido o cedro (*cedrellnga odorata*) em função de sua estabilidade dimensional e resistência em relação à densidade. Observa-se no entanto que a disponibilidade, no mercado de Brasília - com os desejáveis 12% de teor de umidade - foi o fator decisivo na escolha, observando-se que tal fator de importância prende-se ao fato de o refúgio ter sido totalmente confeccionado no LPF/IBAMA. Tanto a madeira, como o compensado foram pulverizados com produto preservativo contra fungos e insetos e impermeabilizados com selador para madeira.

Conforme mencionado anteriormente, embora fungos e insetos encontrem dificuldade de proliferação à baixas temperaturas, o interior da edificação mantém-se aquecido tanto pelo uso do fogão como de pequenos aquecedores a gás, podendo criar condições favoráveis a incidência de fungos, conforme verificado no interior dos refúgios Wiltgen, Cruls e Rambo, que apresentavam condições de uso semelhantes ao que é desenvolvido no Goeldi.

Os pilares tem secção de 120 mm x 120 mm e são amarradas no piso por vigas de 60 mm x 140 mm, com ligações tipo encaixe com cavilha (Figura 67) e amarrados à cobertura com vigas de 60 mm x 120 mm, parafusadas na cabeça dos pilares.

Embora a estrutura principal funcione basicamente por encaixes, alguns elementos metálicos foram necessários, tais como a ligação entre as vigas superiores e os pilares e a fixação dos painéis de cobertura na viga superior. Em ambos os casos, foram utilizados parafusos de 3/8" x 4" (9,5 mm x 101,6 mm), auto-atarrachantes com cabeça sextavada galvanizados.

A estrutura dos painéis foi colada, prensada e pregada aos compensados. Sempre que possível, os elementos metálicos indispensáveis, tais como pregos, parafusos e dobradiças, foram utilizados galvanizados.

Os pilares são fixos em seis sapatas pré-moldadas de concreto armado, providas de parafuso nivelador. A união entre os parafusos niveladores e os pilares foi feito com 4 parafuso de 1/2 " (12,7 mm) cada um. O peso das sapatas foi calculado para resistir a ventos de até 250 km/h, sem

deslocamento do refúgio. As sapatas foram as peças mais pesadas de todo o refúgio com, cerca de 250 kgf cada uma, e os painéis de cobertura, as peças de maior área vélica com 3,3 m² cada.

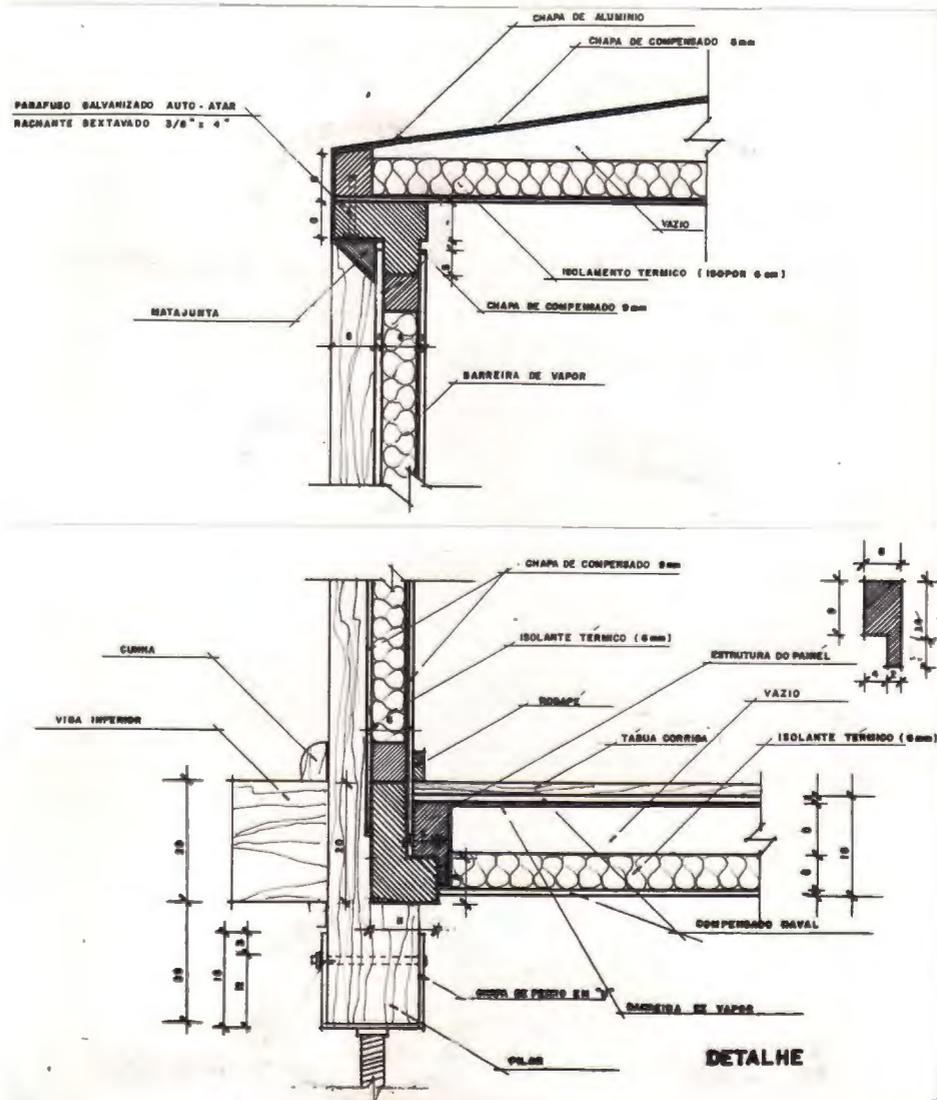


Figura 67 - Detalhe do encaixe entre as vigas inferiores e superiores com o pilar, destacando-se a minimização no uso de elementos metálicos.

5.4.2.- Instalações complementares

A casa de máquinas foi confeccionada para abrigar um gerador com 3HP de potência, visando atender somente à demanda decorrente dos pontos de luz, da geladeira, e do rádio transmissor. Observa-se que através de entrevistas com os futuros usuários e comprovação "in loco" foi possível prever que para o projeto, o uso do fogão, as lâmpadas e a presença dos

pesquisadores dentro da edificação seria o suficiente para manter a temperatura em condições de razoável conforto na maioria dos dias para o período de atividades considerado, ou seja, durante o verão austral, não sendo prevista a utilização de aquecedores elétricos. Observa-se que nossa "previsão" foi baseada também na indisponibilidade de qualquer verba para aquisição de gerador com maior potência. Para dias de frio muito intenso, normalmente ocupados com atividades no interior do Refúgio - os pesquisadores contam com dois pequenos aquecedores a gás.

Geralmente, os refúgios são montados próximos à lagoas de degelo a fim de facilitar o transporte de água para o interior das edificações. Nenhum refúgio brasileiro possuía, até então, canalização eficiente para água e somente o Refúgio Rambo tem uma fossa para as águas servidas.

A proposta do Refúgio Goeldi foi de manter água armazenada em um reservatório interno (para não congelar a água), obtida a partir de uma lagoa de degelo próxima. Esse reservatório abastece diretamente o vaso sanitário e tem uma pequena torneira interna que permite a retirada de água para higiene pessoal e lavagem de pratos. Foram instalados canos para saída das águas servidas do vaso sanitário e das pias da cozinha e banheiro. Esses canos, de PVC comum, levam até uma fossa/sumidouro de 1,0 m de diâmetro por 1,0 m de profundidade aproximadamente. Os canos foram mantidos com grande inclinação para impedir o acúmulo de água e detritos em seu interior que, se congelados, poderiam ocasionar o rompimento das tubulações.

O reservatório foi confeccionado em fibra de vidro com capacidade para 300 litros e a captação da água da lagoa é feito através de uma pequena bomba e mangueiras que são recolhidas após o enchimento do reservatório, evitando o congelamento da água residual na mangueira e no interior da bomba.

5.4.3.- Construção e Implantação

O refúgio foi totalmente construído na carpintaria do LPF/IBAMA em Brasília, sendo primeiramente produzidos e testados os pilares e vigas da estrutura, para posteriormente, serem confeccionados os painéis. Observa-se

que anterior ao protótipo propriamente dito, foi confeccionada uma maquete em escala 1:5 com todos os detalhes estruturais e encaixes de painéis (Figura 68). Através da maquete foi possível identificar falhas no sistema e aprimorar os encaixes.

O tempo disponível para a confecção das peças, pintura, testes de montagem, desmontagem, embalagem e transporte para o porto de Rio Grande (RS) foi de 50 dias, obedecendo a um rígido cronograma físico diário, visto que a saída do NApOc Barão de Teffé era inadiável. Se por um lado o empenho da equipe foi fator decisório para o cumprimento dos prazos, a burocracia e a lentidão nos trâmites de repasse de recursos foi um dos empecilhos a serem vencidos.

Para a montagem na Antártica, o tempo máximo disponível foi de 5 dias. Embora tal prazo estivesse aquém do desejado (7 dias), elaborou-se estratégias para o desembarque e para a montagem a fim de que as condições climáticas interferissem minimamente na montagem. Assim, objetivando facilitar o processo, todas as peças (ainda em Brasília) foram numeradas sequencialmente possibilitando não só a agilização das atividades como também facilitando a conferência da carga nos três transportes utilizados. A numeração sequencial também auxilia para que no embarque do navio as peças sejam carregadas em ordem decrescente (primeiro as peças de acabamento e por último as sapatas e ferramentas) de maneira que o desembarque obedeça à sequência lógica de montagem.

A equipe principal destinada à montagem - 9 pessoas, sendo 6 sem experiência com trabalhos em madeira - recebeu instrução ainda a bordo do navio sobre procedimentos em relação à montagem propriamente dita bem como cuidados ambientais e de segurança pessoal e do equipamento.

As peças da edificação embarcaram no NApOC Barão de Teffé no porto de Rio Grande, no dia 11 de novembro de 1988. No dia 25 do mesmo mês chegamos próximo à Ilha Elefante, sendo possível um voo rápido e descida na ilha para reconhecimento da área de implantação e escolha de locais acessíveis ao desembarque da carga e que ocasionassem o mínimo de interferência na rica fauna local. Como pôde ser observado na Figura 58, o entorno da ilha impede a aproximação por embarcação e por não haver

área disponível ao nível do mar, a edificação deveria ser montada num local elevado, eliminando definitivamente qualquer intenção de desembarque do material por mar. Consta no relatório de viagem as seguintes observações: "O local para implantação do refúgio apresenta-se relativamente plano com abundância de vegetação (musgos), confirmando uma proteção relativa aos ventos em relação ao nível do chão. Embora seja impossível a escolha de um local livre de vegetação, a localização do refúgio foi escolhida de forma a haver um mínimo de interferência na flora e fauna da região" (Alvarez, 1988, p. 03). Foram estudados os roteiros para as aeronaves assim como os procedimentos em terra para o recebimento da carga.

No dia 06 de dezembro foi dado início ao desembarque do pessoal e material (Figura 69), sendo primeiramente levado os responsáveis da equipe (Eng. Julio Eustáquio de Melo e esta autora), algumas ferramentas e material para locação das sapatas. A partir daí, embora os vôos provocassem a interrupção dos trabalhos⁵⁸, foi dado início à montagem.

A Figura 70 ilustra o motivo das sapatas serem projetadas em forma cilíndrica, ou seja, para "rolarem" já que, conforme enfatizado anteriormente, não há disponibilidade de equipamentos auxiliares em terra, tudo dependendo da "força homem" para ser transportado e instalado definitivamente. Assim sendo, embora as sapatas - e todo o descarregamento - seja feito afastado do local de implantação definitivo (por motivos óbvios de segurança), as sapatas podem ser levadas por apenas um homem, mesmo sendo as peças mais pesadas da edificação.

Na Figura 71, o cumprimento das etapas de locação das sapatas e montagem dos pilares e vigas inferiores. Dessa etapa depende parte do sucesso ou fracasso do empreendimento pois os encaixes são planejados para ocorrerem de forma perfeita, desde que a estrutura principal esteja devidamente nivelada e prumada. Durante todas as etapas seguintes, o nivelamento e o prumo são constantemente verificados em função do peso que as sapatas e a estrutura exercem sobre o solo. A ocorrência de musgos também são um indicativo da inexistência de "permafrost", tranquilizando a equipe quanto à estabilidade do solo.

⁵⁸ Para descarregar o material em terra, o helicóptero fica a cerca de 1,5m do solo provocando fortes ventos. Nesse momento, toda a equipe concentra-se em segurar possíveis objetos que voem, principalmente os de pequeno porte que podem se chocar contra os hélices da aeronave provocando sérios prejuízos.



Figura 68 - Maquete do Refúgio Emílio Goeldi em escala 1:5 para teste preliminar dos encaixes previstos em projeto (Foto da autora, 1988).



Figura 69 - Transporte das peças do navio para a Ilha Elefante e início da locação das sapatas.



Figura 70 - As sapatas, de forma cilíndrica, são facilmente transportadas através da "rolagem" das peças.

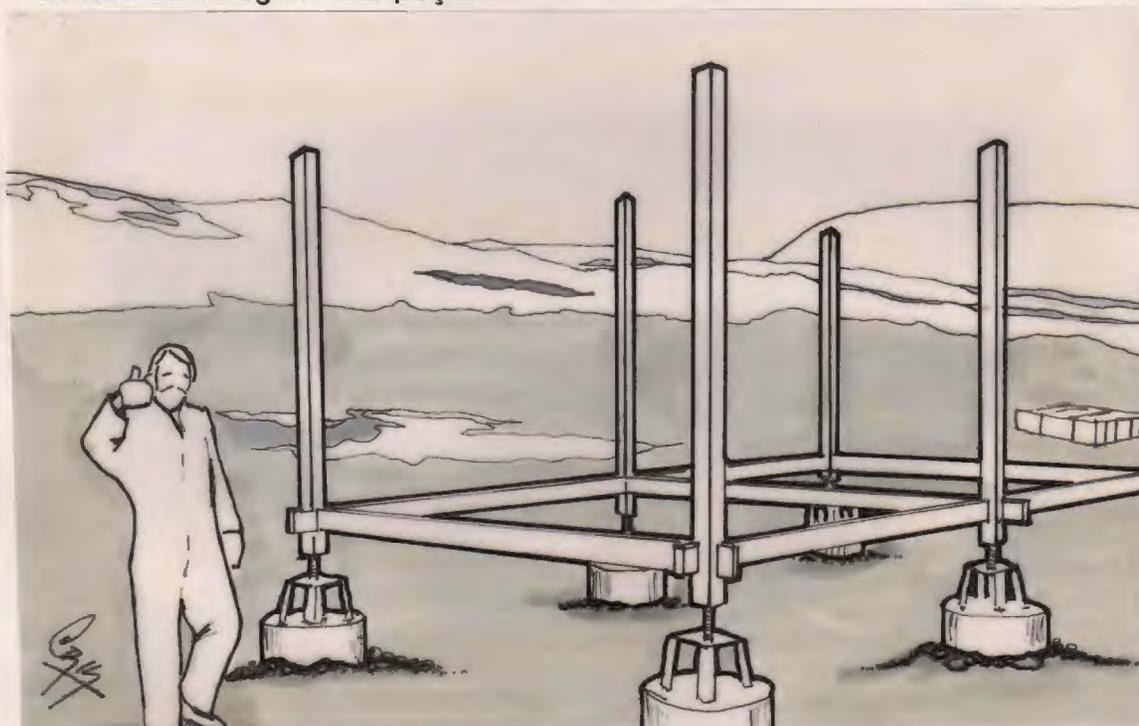


Figura 71 - Montagem da estrutura principal: sapatas, vigas inferiores e pilares. As vigas superiores, que dão a amarração final na edificação, são posicionadas após a colocação dos painéis laterais.

A equipe foi dividida para que um homem permanecesse escavando a futura fossa/sumidouro, um homem encarregado do recebimento da carga e um marceneiro montando o abrigo do gerador enquanto os demais ocupavam-se na montagem do refúgio propriamente dito. Percebe-se que nesse primeiro dia, as condições climáticas estavam excelentes, viabilizando os vôos com regularidade e possibilitando o trabalho com razoáveis condições de conforto. Além disso, tratando-se do primeiro dia, a equipe mostrava-se ansiosa, com grande disposição para o árduo trabalho e em perfeito entrosamento, que são fatores a serem considerados na avaliação do tempo de montagem.

Após a montagem dos pilares e vigas inferiores, inicia-se a colocação dos painéis inferiores e laterais (Figura 72). Nota-se a quantidade de material e aparente "lixo" no local. Nesse momento, a presença de vento é absolutamente indesejável já que os encaixes dos painéis, enquanto não amarrados com as vigas superiores, são frágeis, correndo risco de rompimento. Além disso, é facilmente presumível as consequências de uma tempestade sobre o material e "lixo" do entorno. À esquerda da Figura 72 a casa do gerador já está com sua estrutura principal montada.

Durante o desembarque dos painéis, um deles - de cobertura - foi alijado ao mar por estar "pendulando" em relação ao helicóptero, representando perigo para a aeronave. Observa-se que o movimento pendular ocorreu em função de má amarração do painel, ocasionando desequilíbrio da carga. Felizmente, a queda do painel foi a pequena altura nas proximidades do navio sendo rapidamente lançado um bote que o resgatou. Embora avariado, foi possível efetuar os reparos necessários porém, o tempo de permanência no mar ocasionou o total encharcamento dos materiais que o compunham.

Estando os painéis laterais e inferiores devidamente posicionados, é feita a amarração com o posicionamento das vigas superiores e colocação dos painéis de cobertura (Figura 73) ao mesmo tempo em que, internamente, são colocadas as esquadrias com um dos dois vidros que compõem as janelas. Tal procedimento foi adotado pela já tão comentada imprevisibilidade das condições climáticas, já que com a colocação dos painéis superiores, configura-se um quadro de razoável risco se a velocidade



Figura 72 - Colocação dos painéis inferiores e laterais. Observa-se no entorno a geração de lixo oriundo das embalagens de todo o material e que, nesse momento, não tem mais qualquer utilidade. (Foto da autora, 1988).



Figura 73 - Colocação dos painéis de cobertura (Foto da autora, 1988).

do vento aumentar que, entrando pelas aberturas, poderia exercer uma pressão capaz de levantar os painéis superiores.

Ao término da colocação dos painéis de cobertura, também estavam praticamente terminadas a abertura da fossa e o abrigo dos geradores.

Todas as etapas até aqui expostas foram cumpridas em apenas 10 horas pelas 9 pessoas da equipe. O trabalho ocorreu de forma ininterrupta para aproveitamento máximo da condição climática vigente. As atividades do primeiro dia encerraram-se às 22 h, destacando-se que na Antártica, nessa época do ano, o anoitecer ocorre por volta de 22:30 h.

No dia seguinte, como permanecesse bom tempo e por a equipe estar muito desgastada do trabalho do dia anterior, as atividades foram efetuadas com mais tranquilidade, sendo iniciadas a colocação dos mata-juntas, instalações elétricas e parte da hidráulica, término da fossa e colocação do segundo vidro das esquadrias (Figura 74).

No dia 08 de dezembro, a temida tempestade esteve presente por todo o dia (Figura 75), cobrindo todo o material, dificultando a mobilidade da equipe e permitindo o trabalho externo somente em pequenos intervalos de calma. Nesse dia foi executado o recobrimento da cobertura com lona plástica preta e alumínio (Figura 76) e recoberta a fossa (Figura 77). A dedicação maior da equipe foi para as atividades internas tais como colocação de divisórias, rodapés, término das instalações elétricas e parte das instalações hidráulicas, montagem do mobiliário e término da casa de geradores (Figura 78).

No dia 09, embora com baixa temperatura, as condições de vento melhoraram permitindo o trabalho externo, mesmo que a neve acumulada ainda dificultasse a locomoção de pessoas e materiais. Nesse dia, as atividades desenvolvidas foram: reforço da casa dos geradores com cabos de aço, instalação do gás posicionado no lado externo ao Refúgio, atividades de acabamento tais como limpeza, arrumação de ferramentas e materiais, colocação de cortinas e recolhimento do material e lixo que deveria retornar ao navio.



Figura 74 - Vista interna com a colocação do segundo vidro nas esquadrias e instalações elétricas (Foto da autora, 1988).



Figura 75 - Vista do Refúgio sob tempestade de neve (Foto da autora, 1988).



Figura 76 - Recobrimento final da cobertura com folhas de alumínio rebitadas entre si (Foto da autora, 1988).



Figura 77 - Finalização da fossa com seu recobrimento superficial (Foto da autora, 1988).

Percebe-se na Figura 79, o Refúgio pronto e nenhum lixo acumulado no local. Foram feitas ainda no dia 09, algumas tentativas de funcionamento do sistema de abastecimento de água, porém o conjunto bomba d'água/reservatório não surtiram o efeito desejado e, embora o sistema de água ainda não estivesse funcionando, a aproximação de uma nova tempestade obrigou-nos à uma rápida retirada da Ilha. Posteriormente, nos dias 17 e 18, retornamos ao Refúgio para o conserto do sistema hidráulico e abastecimento com provisões, sendo aproveitado o período para executar um reforço adicional na cobertura visto que, na presença de fortes ventos, o alumínio batia contra os painéis provocando ruídos desagradáveis.

O esforço para a instalação de um sistema hidráulico foi motivado pela constatação das precárias condições de saneamento dos banheiros de refúgios. Conforme descrito no capítulo 4 e ilustrado pela Figura 47, normalmente é instalada uma bacia sanitária em que o usuário coloca um saco plástico de lixo em seu interior que, após utilizado, é guardado para posteriormente ser enviado junto com o lixo para o navio. Além do incômodo que representa tal situação, as embalagens plásticas muitas vezes rompem-se durante o transporte ou armazenagem nos porões do navio causando indignação nos operários. Com isso, criou-se uma situação de constrangimento chegando ao nível de recusa por parte do navio de transportar tal tipo de "lixo", obrigando os pesquisadores a enterrarem os resíduos. Tal procedimento é perfeitamente admissível para as normas ambientais na Antártica, desde que não sejam enterrados também os sacos plásticos. Portanto, o adequado tratamento dos dejetos implicaria em atividades que em qualquer outro ambiente já seria desagradável, considerando tratar-se da Antártica, onde os pequenos problemas podem ser potencializados, tal atividade pode vir a tornar-se um fator adicional de desconforto e estresse da equipe.



Figura 78 - Casa dos geradores concluída. O calor desprendido pelos geradores auxilia na secagem das roupas que, para as atividades desenvolvidas pelos biólogos, necessitam serem constantemente lavadas (Foto da autora, 1988).



Figura 79 - Refúgio Goeldi concluído com todo o lixo produzido pela construção e embalagens recolhido para retorno ao navio (Foto da autora, 1988).

5.4.4.- Manutenção

O programa de manutenção exige:

Nivelamento da edificação no início e final do verão, visto que durante o inverno o solo mantém-se estável com o congelamento permanente;

- Recobrimento anual dos parafusos niveladores com graxa para protegê-los contra a corrosão;

- Limpeza total da edificação quando desativada, evitando a possibilidade de acúmulo de umidade em seu interior;

- Esvaziamento total do reservatório, para impedir seu congelamento e provável rompimento durante o inverno;

- Fechamento das janelas para impedir que pedras arremessadas pelo vento quebrem os vidros;

- Repintura interna e externa periódica ou quando necessário.

Recomenda-se também as observações relacionadas ao conforto e ao comportamento da madeira como item integrante no planejamento das atividades de manutenção, já que o Refúgio Goeldi foi a primeira edificação em madeira implantado, sendo também um protótipo de testes.

As atividades de ativação de um refúgio são executadas pela equipe da Marinha antes da chegada dos pesquisadores. Tais atividades referem-se não só a prováveis reparos necessários na estrutura da edificação como também a instalação dos equipamentos (gerador e rádio), abastecimento com gêneros alimentícios e combustíveis, limpeza e verificação geral das consequências do período de inverno em que os refúgios permanecem sem atividades. Ao final de cada verão, é feito novo trabalho, agora de desativação, em que são recolhidos todos os equipamentos e materiais que podem sofrer danos durante o inverno, tais como geradores, equipamentos científicos e materiais perecíveis ou que alteram suas propriedades em função do frio, como combustíveis, tintas e resinas, por exemplo.

Por a edificação conseguir manter algum isolamento térmico durante o inverno, mesmo estando desativado, é possível o desenvolvimento de alguns tipos de fungos, principalmente se forem deixados locais úmidos ou com restos de alimentos. Além disso, os fungos têm a capacidade de manterem-se em estado de hibernação ao longo do inverno, proliferando no verão quando as temperaturas alcançam patamares que possibilitam seu desenvolvimento e multiplicação.

5.4.5.- Custos

A falta de verbas para a pesquisa é um fator rotineiro nos meios científicos. A viabilização da primeira edificação em madeira somente foi possível através da doação da madeira e do mobiliário, reduzindo consideravelmente o custo do empreendimento. Note-se que a remuneração dos profissionais responsáveis, marceneiros, desenhistas, pessoal de apoio em geral e custo operacional do maquinário utilizado foi de responsabilidade das instituições conveniadas, mais especificamente, da UNISINOS e IBAMA. Por outro lado, o aspecto transporte onerou o custo final, já que a distância a ser percorrida de Brasília ao porto de Rio Grande é de aproximadamente 2.300 km, percorrido por via terrestre.

O custo final do empreendimento foi em torno de US\$ 10,200 (dez mil e duzentos dólares), ressaltando que tal cifra pouco representa, pelos motivos anteriormente mencionados.

5.4.6.- Avaliação preliminar dos resultados

Os itens de avaliação de a) até l) a seguir relatados, referem-se às observações efetuadas durante e imediatamente após a construção da edificação (Alvarez, janeiro 1989) e no item j), às observações feitas no verão seguinte (89/90) após o Refúgio ter permanecido um verão em funcionamento e um inverno desativado (Alvarez, dezembro 1989).

a) Sistema construtivo: o sistema construtivo adotado mostrou-se eficaz, possibilitando a montagem da edificação dentro do prazo previsto, resultando numa edificação de excelente qualidade;

b) Peso e dimensões das peças: verificou-se que mesmo os painéis de maior peso, como por exemplo os de piso, com cerca de 70 kgf cada, o transporte e o posicionamento final ocorreram sem registro de problemas, da mesma forma que as sapatas puderam ser "roladas" para a locação final, conforme o planejado.

A queda do painel de cobertura ao mar foi em função da má amarração no gancho de carga do helicóptero; o painel "escorregou" das cordas de amarração, desequilibrando-se, e em nada interferiu os aspectos relacionados ao peso e área vélica da peça. No entanto, verificou-se alguma dificuldade no transporte dos painéis de cobertura, que são comentados na avaliação específica do aspecto transporte - ítem e);

c) Embalagens: as embalagens cumpriram com sua função de manter a integridade das peças porém, registra-se o grande volume de material não reutilizável que se acumula no local, gerando gastos em vôos para seu retorno ao navio;

d) Mobiliário: o planejamento do mobiliário sob medida e facilmente montável foi um dos aspectos positivos que favoreceram na economia de tempo. Além disso, o total aproveitamento dos espaços disponíveis permitiu o abastecimento com provisões sem acarretar em perda do conforto;

e) Material construtivo: a excelente qualidade do material construtivo, principalmente da madeira estrutural e do compensado naval dos painéis garantiu a exequibilidade do projeto mesmo as peças estando submetidas à intempéries antes de seu posicionamento final. Não houve qualquer registro de empenos ou fissuras, nem mesmo no painel de cobertura que caiu ao mar durante a montagem. Registra-se apenas uma leve flecha nas vigas inferiores, citada no subítem j) - observações posteriores;

f) Testes anteriores: a montagem anterior no Brasil possibilitou detectar problemas facilmente contornáveis no Brasil, mas que poderiam ter

consequências desagradáveis na Antártica, tais como encaixes falhos, peças inacabadas, falta de ferragens, etc.;

g) Transporte: a queda de um dos painéis de cobertura, embora por motivos alheios ao projeto, alertou sobre o problema da forma da peça que, embora com área vélica adequada para o vôo, funciona como uma "asa", visto o painel ser composto com um pequeno caimento de duas águas. Assim, além do tamanho da peça, deve-se levar em consideração o desenho da mesma ou ainda a maneira que será embalada.⁵⁹;

h) Rede hidráulica: durante a montagem do sistema, foram verificados vários problemas, tais como diferença de bitola do reservatório em relação às conexões, vazamentos nas ligações, mau funcionamento da válvula de retenção e congelamento no interior da mangueira. Todos os problemas foram sanados com exceção da bomba d'água, que em verões posteriores, ainda causou alguma dificuldade aos usuários. Verifica-se que os problemas constatados foram ocasionados principalmente por não terem sido testados previamente no Brasil e talvez pudessem ter sido evitados se os trabalhos tivessem sido executados por profissional específico da área de hidráulica, fato este que não ocorreu;

i) Cobertura: a colocação do alumínio de cobertura, embora eficiente na vedação, é uma atividade estafante e perigosa, consumindo um precioso tempo de no mínimo três pessoas. Verifica-se que durante a permanência no teto da edificação, os constantes ventos e o reflexo do alumínio ocasionam queima da pele do rosto e das mãos, já que o uso de luvas é desconfortável para a atividade. Além disso, o manuseio do alumínio pode tornar-se extremamente perigoso na presença de ventos, visto sua superfície cortante, pouco peso e grande área vélica, favorecendo o deslocamento com o vento, podendo inclusive causar acidentes pessoais, pelas bordas serem extremamente cortantes;

j) Observações posteriores:

As esquadrias sofreram empenos provavelmente em função do excessivo peso dos vidros de 5 mm cada um, assim como as vigas inferiores

⁵⁹ Nos projetos desenvolvidos posteriormente, o desenho dos painéis de cobertura foram mantidos, tendo-se no entanto a preocupação de embalar as peças duas a duas de forma a compor um retângulo, amenizando sua aerodinâmica.

que também ficaram levemente seladas, não configurando no entanto um quadro de risco⁶⁰;

•Os elementos metálicos - ferragens das portas e janelas - apresentaram pontos de corrosão ao contrário dos pregos e parafusos dos painéis e das sapatas que mantiveram-se íntegros, assim como as canalizações, a instalação elétrica e os painéis - inclusive na pintura interna e externa. Observa-se que os elementos metálicos que estavam "protegidos" pela madeira, pouco ou nada sofreram com relação à corrosão, ao contrário dos elementos metálicos expostos;

•O selador de madeira utilizado nas peças estruturais, não resistiu ao vento e frio externos, formando uma película facilmente destacada da madeira, sem no entanto verificar-se qualquer consequência na madeira exposta. Já a pintura a óleo dos painéis resistiram bem durante o primeiro ano, não apresentando qualquer indicação de deteriorização ou descamação.⁶¹;

•Na parte interna, os revestimentos nada sofreram, tanto no que se refere às condições de temperatura a que estiveram expostos como com relação ao uso durante o verão. Verificou-se no entanto, o assentamento dos lambris das divisórias, ocasionando o surgimento de pequenas frestas na parte superior. Possivelmente ocorreu a perda de umidade das peças de lambris das divisórias (em função da baixa umidade absoluta característica na Antártica) e a consequente diminuição na largura das peças, com a retração do material;

•O isolamento térmico esperado foi alcançado e os aquecedores foram utilizados somente em condições de temperaturas extremas, conforme relato dos pesquisadores usuários do refúgio;

Reitera-se como principal falha do sistema construtivo e da adoção da madeira como elemento fundamental, a fragilidade da mesma em relação ao perigo de incêndio já que, conforme verificado no tratamento dos dados climáticos exposto no capítulo 1, a umidade absoluta na Antártica é baixa e os materiais construtivos inflamáveis. Nesse sentido, como medida

⁶⁰ Com relação às esquadrias, mesmo com o aplainamento na reativação em dezembro de 1989, continuaram causando problemas, desde a infiltração de neve e vento até mau funcionamento para as funções básicas de abrir e fechar.

⁶¹ A necessidade de repintura no Refúgio ocorreu somente após tres anos em uso, sendo executada em 1992.

preventiva, o gerador e os combustíveis são mantidos afastados da edificação principal, a exemplo de outras bases, estações e refúgios antárticos. Portanto, também o gás para a cozinha é mantido do lado externo, embora com prejuízo no desempenho, ocasionado pela diminuição da pressão interna do botijão em função da baixa temperatura.

Após a edificação ter permanecido durante um inverno na Antártica, a equipe envolvida com o projeto - da empresa doadora do mobiliário aos estudantes bolsistas de iniciação científica - aguardavam os resultados da primeira inspeção com grande expectativa. Poderia-se enfim verificar se o resultado real dos trabalhos desenvolvidos estaria compatível com as até então teóricas previsões.

É curioso verificar que as causas e conseqüências na Antártica assumem conotações inesperadas como pode ser ilustrado na primeira reativação do Refúgio Goeldi em dezembro de 1989. Foi uma desagradável surpresa constatar que o piso estava parcialmente coberto por uma fina camada de gelo, no qual, pela localização afastada das aberturas de janelas, indicava ser oriunda de vazamento da cobertura e, o que é pior, do painel que caiu ao mar. Ressalta-se que as juntas dos painéis de cobertura, além de terem sido montados com perfeição, são ainda recobertos com lona plástica e chapas de alumínio, parecendo bastante improvável a possibilidade de infiltração de água.

Felizmente, uma rápida inspeção na cobertura descartou a hipótese de goteira, indicando que a fonte da formação de água foi, na realidade, oriunda da geladeira que, após à desativação anterior, sofreu descongelamento pelo calor mantido no interior da edificação, ocasionando o escoamento de água no piso. Com o constante congelar e descongelar do solo, característico dos períodos de verão, a edificação ficou levemente desnivelada, sem conseqüências para a estrutura em geral porém o suficiente para deslocar a poça d'água. Com as baixas temperaturas do inverno, a água novamente congelou, porém levemente afastada do local de origem - sob a geladeira - fazendo com que fossem desviadas nossas hipóteses sobre a causa real da indesejável camada de gelo sobre o piso.

Assim como no exemplo em questão, muitas vezes o desconhecimento do sítio, das condições do entorno e do comportamento

dos materiais, leva-nos à conclusões e atitudes precipitadas e que podem ter graves consequências, principalmente quando trata-se de um local como a Antártica.

Observa-se que parte do sucesso alcançado na implantação do refúgio deve-se ao fato de o mesmo ter sido concebido com a orientação dos futuros usuários que interferiram no processo desde o planejamento do "lay out" básico até na escolha do local de implantação. Também foi significativa a contribuição para as avaliações posteriores, já que a nenhum componente da equipe foi permitido retornar após o verão de 1990.

5.5.- EVOLUÇÃO DO PROJETO INICIAL

No protótipo inicial, o Refúgio Emílio Goeldi, a modulação básica utilizada foi de largura $L = 1,00$ m, sendo posteriormente aumentada para $L = 1,22$ m na tentativa de reduzir a perda de material, principalmente do compensado naval que é comercializado em chapas de $1,22$ m x $2,44$ m. Na montagem das edificações com $L = 1,22$ m, foi verificado um acréscimo considerável nas dificuldades de transporte e manuseio em função do aumento na área e no peso das peças, principalmente nos painéis de cobertura. Com o aumento da área interna da edificação e, conseqüentemente da superfície de contato das paredes em relação ao vento, a estrutura foi reforçada com instalação de cabos de aço, otimizando a ancoragem nos solo. O Laboratório de Meteorologia (Figura 80), por exemplo, possui área interna de aproximadamente 28 m² (Figura 81), e foi posicionado num local topograficamente elevado - completamente exposto aos ventos - com a maior superfície de contato de 22 m² ($7,8$ m x $2,8$ m) e a menor de 11 m² ($4,0$ m x $2,8$ m) que, mesmo elevado do solo, gera uma área vélica considerável.

As peças de madeira maciça, a armação dos painéis e as esquadrias foram confeccionadas com o cedro, já reconhecidamente eficiente e/ou o mogno (*swietenia macrophylla*), que possui características mecânicas semelhantes.



Figura 80 - Laboratório de Meteorologia implantado na Estação Ferraz em 1990 (Foto Clemente Hungria, 1993).

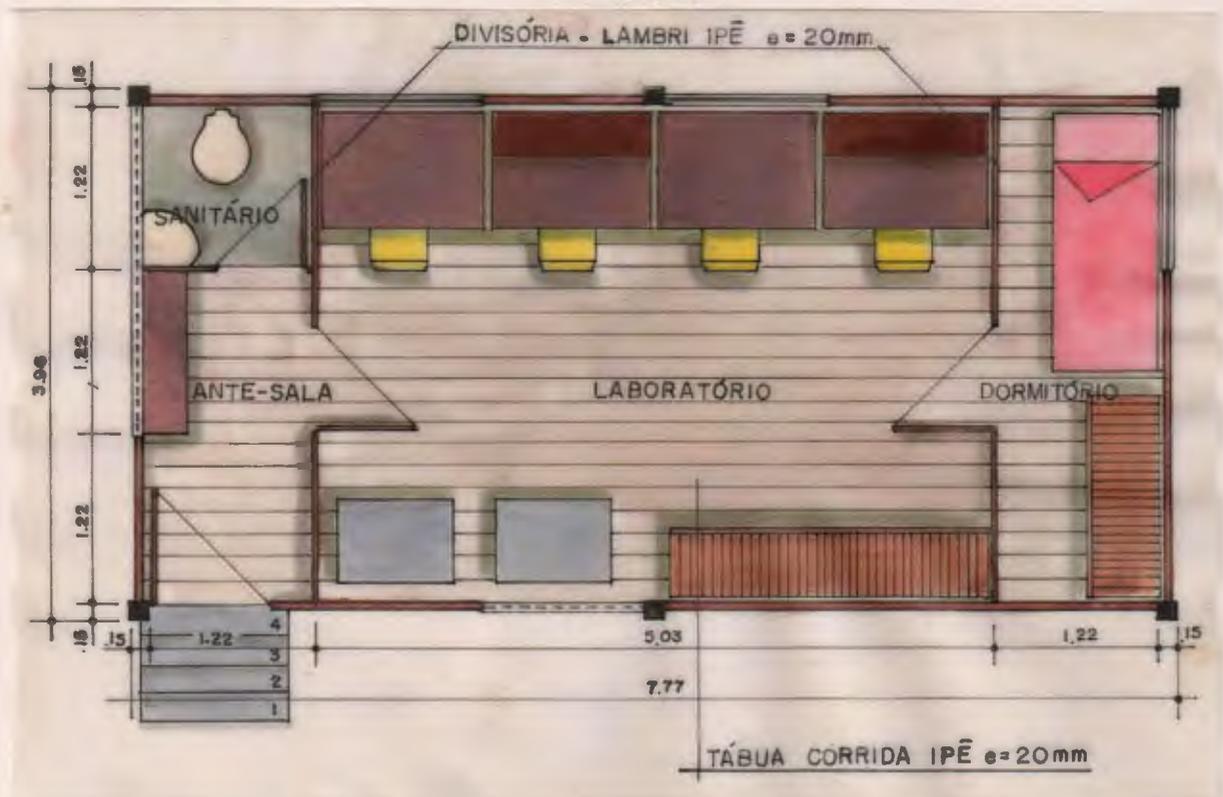


Figura 81 - Planta baixa do Laboratório de Meteorologia.

As novas dimensões dos painéis obrigaram a redimensionar as peças estruturais sendo as principais diferenças demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3.- Diferenças e semelhanças dimensionais básicas para os dois tipos de edificação em madeira

Material	l = 1,00m (em metros)	l = 1,22m (em metros)
Sapatas	d = 0,50; h = 0,45	d = 0,70; h = 0,45
Pilares - secção	0,12 x 0,12	0,15 x 0,15
Vigas superiores-secção	0,06 x 0,12	0,06 x 0,15
Vigas inferiores - secção	0,06 x 0,14	0,06 x 0,20
Painel lateral	1,00 x 2,30 x 0,08	1,22 x 2,40 x 0,08
Painel cobertura	1,00 x 3,30 x 0,16*	1,22 x 3,96 x 0,32*
Painel piso	1,00 x 3,00 x 0,14	1,22 x 3,66 x 0,15
Área aproximada padrão	18,5 m ²	26,6 m ²
Peso aproximado	2300 kgf	3500 kgf

d = diâmetro h = altura * Altura da cumeeira

Dentre as pequenas modificações de evolução do projeto, as sapatas foram as mais aperfeiçoadas em relação ao projeto inicial, conforme Figura 82. Também o piso recebeu revestimento em tábua corrida de ipê (*tabebuia serratifolia*), ao contrário do projeto anterior que era mantido somente com o compensado naval especial para piso. A tábua corrida foi anexada ao projeto objetivando reforçar a amarração do piso (as tábuas são assentadas perpendiculares às juntas de piso), diminuir as possíveis vibrações ocasionadas pelo vento e como mais um elemento auxiliar para o isolamento térmico desejado. No entanto, o uso constantes dos aquecedores elétricos ocasionam a perda de umidade das tábuas favorecendo o aparecimento de pequenas frestas em função da retração das tábuas. Embora de pequenas espessuras, tais frestas provocam o acúmulo de sujeira trazida pelas botas dos usuários, dificultando a limpeza e a manutenção da edificação.

Além do Laboratório de Meteorologia, foram implantados as edificações de Alojamento (Figuras 83 e 84) e de Ciências Atmosféricas com L = 1,22 m, sendo que esta última será comentada posteriormente no item 5.6 em função de ter sofrido grave avaria durante a montagem, devendo ser tratada separadamente das demais.



Figura 82 - Evolução da sapata. Na foto superior, detalhe da sapata inicialmente projetada para o Refúgio Emilio Goeldi em 1988 e na foto inferior, plataforma de apoio para antena de ionosonda, utilizando a sapata modificada, composta por anéis de concreto, ampliando a adaptação ao tipo de solo. Além disso, a modificação do sistema de encaixe no pilar - de chapa plana para perfil em forma de "u" - otimiza a ligação e agiliza a montagem (Foto da autora, 1988 e Foto Mario Leite, 1991).



Figura 83 - Alojamento provisório para 12 pessoas (Foto da autora, 1990).

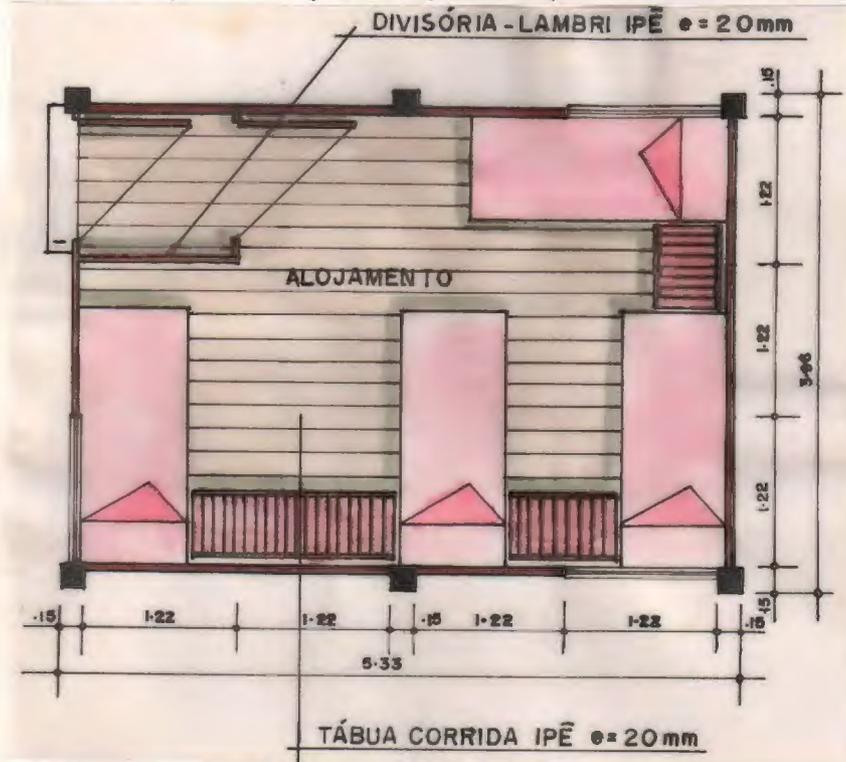


Figura 84 - Planta baixa do Alojamento.

Durante o verão 1990/1991, foi montado a última edificação ainda com a inspeção das instituições envolvidas (UNISINOS e LPF/IBAMA) e de seus idealizadores. As Figuras 85 e 86 apresentam o novo Laboratório de Ciências Atmosféricas, instalado aproximadamente 1.200 m afastado da Estação.

A técnica construtiva para essa última edificação retoma a malha básica de 1,0 m e o necessário controle de qualidade tanto nos aspectos relacionados aos materiais construtivos como à manufatura em si.

Ressalta-se que, embora os técnicos envolvidos estivessem plenamente cientes dos perigos oriundos da movimentação do solo, principalmente quando o mesmo está recoberto por neve ou gelo, o cronograma pré estabelecido pela Marinha obrigou-nos a novamente montar uma edificação sem conhecimento exato do sítio. Assim, como pode ser visto nas Figura 87, o trabalho foi totalmente executado sem a necessária visibilidade das condições do terreno, inclusive para a constatação da presença do solo "permafrost", absolutamente indesejável para a manutenção da integridade estrutural da edificação.

A flexibilidade do sistema construtivo adotado foi comprovado através do desmonte e remonte em outro local tanto da edificação denominada Alojamento como do novo Laboratório de Ciências Atmosféricas; enquanto que o primeiro foi instalado próximo à biblioteca, integrado no complexo principal da Estação, o segundo foi remontado na região denominada Punta Plaza, isolada das demais edificações e sem as interferências que os equipamentos de Ferraz ocasionavam nas pesquisas desenvolvidas.

No anexo I, cópia completa do último projeto desenvolvido pela equipe UNISINOS/IBAMA-LPF, com malha básica de $L = 1,00$ m.



Figura 85 - Novo Laboratório de Ciências Atmosféricas (Foto Mario Leite, 1991).

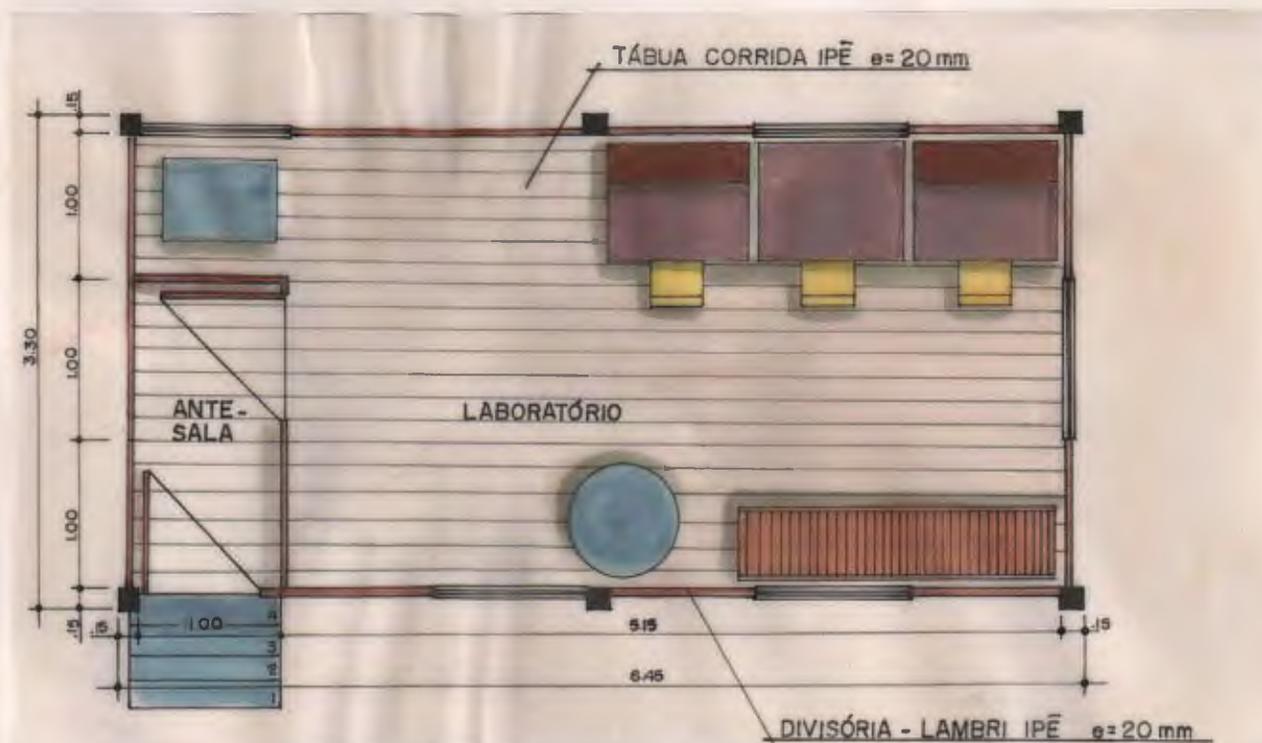


Figura 86 - Planta baixa do Laboratório de Ciências Atmosféricas.



Figura 87 - Montagem do Laboratório de Ciências Atmosféricas. (Foto Mario Leite, 1991).

5.6.- O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS; UM CASO ESPECÍFICO

O Laboratório de Ciências Atmosféricas merece ser tratado separadamente das demais edificações em madeira em função de ter se soltado das sapatas e sofrido um deslocamento de cerca de 3 m, devido aos fortes ventos, um dia após estar totalmente concluído. O acidente, ocorrido durante a noite de 27 para 28 de fevereiro de 1990, se por um lado ocasionou grandes transtornos para os futuros usuários e principalmente para a equipe de pesquisadores envolvida com o projeto, propiciou também o aprofundamento nos estudos e a verificação de algumas pesquisas desenvolvidos a nível de laboratório.

Uma das principais constatações foi que, com a queda, algumas peças ficaram comprometidas porém, curiosamente, nenhum dos encaixes principais ficou danificado, comprovando a eficiência dos mesmos (Figura

88). Consta no relatório preliminar a seguinte observação: "Embora avariado, o módulo encontrava-se absolutamente íntegro em sua estrutura básica, não sendo constatada nenhuma quebra que comprometesse sua resistência, com exceção dos parafusos entre as sapatas e os pilares" (Alvarez, relatório de viagem, março de 1990, p. 15). Por outro lado, verificou-se um arrancamento dos pilares das sapatas, conforme demonstra a Figura 89, induzindo a concluir como sendo falha do sistema ou erro humano.

Analisando a primeira hipótese - falha do sistema - destaca-se que ensaios anteriores demonstraram a capacidade de resistência de arrancamento dos parafusos de 1.000 kgf para cada um, ou seja, seria necessário um esforço de 24.000 kg para que a edificação fosse arrancada das sapatas⁶². Porém, nos ensaios as peças não foram condicionadas termicamente, surgindo a hipótese de retração dos materiais de forma que a bitola dos orifícios estivesse maior que o diâmetro dos parafusos, ocasionando folga no encaixe, tornando portanto a ligação menos rígida. Também foram coletadas no local amostras de madeira e alguns parafusos para serem analisados junto à equipe do LPF/IBAMA, sendo posteriormente confirmada a integridade dos materiais.

Na segunda hipótese - falha humana - por os orifícios dos parafusos terem sido previamente abertos de forma que os parafusos entrassem mediante pressão, tais perfurações poderiam ter sido levemente "alargadas" para facilitar o trabalho, sem que tal procedimento fosse percebido pelos responsáveis da obra. No entanto, tal procedimento dificilmente poderia ser executado para 24 parafusos e passar despercebidamente.

No relatório de perícia do evento (Melo e Alvarez, abril 1990) e aprofundamento posterior das hipóteses da causa do acidente, ficou constatado que os principais motivos do acidente foram:

⁶² Observa-se que cada sapata prende-se ao seu respectivo pilar através de 4 parafusos com rosca soberba, o que significa que cada pilar suporta um esforço de 4.000 kg



Figura 88 - Laboratório de Ciências Atmosféricas após o deslocamento. A posição final inclinada foi em função de a edificação ter se desprendido das sapatas e caído sobre as mesmas (Foto da autora, 1990).



Figura 89 - Ferragem da sapata do Laboratório de Ciências Atmosféricas, demonstrando o arrancamento do pilar (Foto da autora, 1990).

1. Foi registrado naquela noite pelo NApOc Barão de Teffé, ventos na ordem de 90 nós (167 km/h), ressaltando que as pequenas elevações e as barreiras naturais do entorno geraram uma situação de afunilamento à passagem do vento, aumentando a pressão e a velocidade durante o percurso. Formou-se então um "túnel de vento" que, ao entrar no espaço existente entre o solo e o piso da edificação e ter barreiras laterais para a saída, exercia uma força de baixo para cima, tendendo a levantar a unidade (Figura 90). Parte do vento que não entrava por baixo da edificação, exercia forte pressão lateral, ocasionando vibração intensa;

2. O solo onde foi montada a unidade tinha sido previamente nivelado com trator e retirada a grande quantidade de neve ali acumulada. Durante o período de montagem, a temperatura permaneceu muito baixa, impedindo o descongelamento da neve no interior do solo, com a enganosa aparência firme e estável. A constante movimentação da equipe no local e uma breve elevação da temperatura favoreceu o descongelamento do solo e, conseqüentemente, a perda da falsa rigidez constatada anteriormente. A presença de grãos finos, a localização topográfica e a análise da documentação fotográfica indicam tratar-se de solo tipo "permafrost" que inevitavelmente induziu à perda de estabilidade da edificação.

A partir da verificação dos problemas do solo e do vento, conclui-se que a seqüência do acidente foi a seguinte:

1. O solo descongela-se ficando desestabilizado e lamacento;
2. A estrutura sai de prumo em função do vento constante e do solo desestabilizado;
3. Uma das fileiras de sapatas afunda-se na lama. A edificação, já inclinada, sofre com o vento constante produzindo intensa vibração, principalmente no encaixe entre as sapatas e os pilares, provocando a perda da rigidez na ligação;
4. Uma rajada mais violenta alivia a carga da edificação no chão e ela "escorrega" dos apoios.

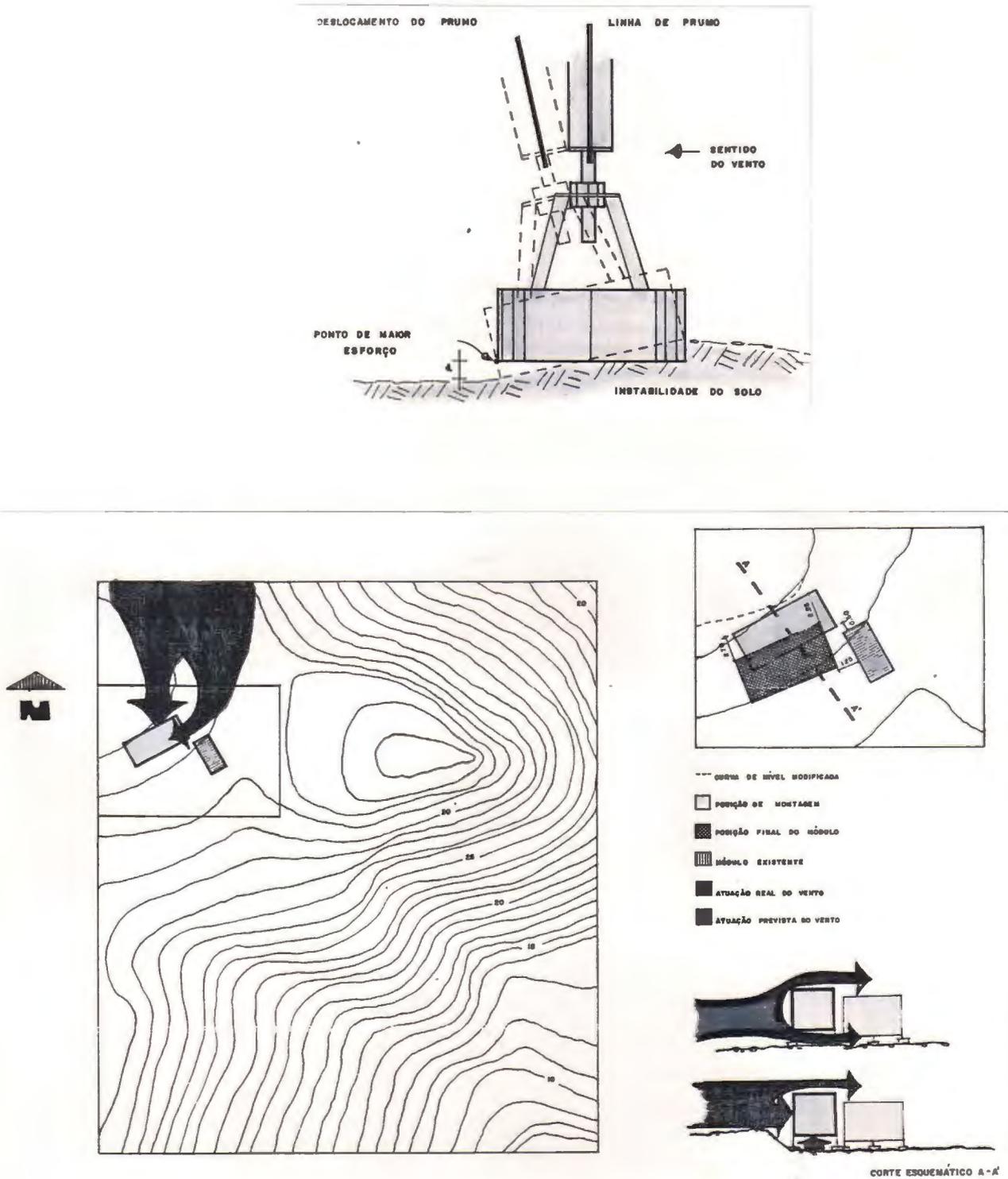


Figura 90 - Cópia reduzida dos croquis esquemáticos anexos originalmente na perfila elaborada sobre o acidente. Acima, perda da estabilidade das sapatas em função da presença de solo argiloso e abaixo, mapa topográfico local com o provável comportamento do vento.

A edificação foi posteriormente desmontada, as partes arrumadas e cobertas visando sua posterior remontagem, já que as peças, em sua maioria, encontravam-se intactas. Verificou-se também que o revestimento do piso com tábua corrida realmente auxilia na amarração geral da edificação sendo porém um empecilho quando o mesmo necessita ser desmontado, já que as tábuas são fixas com paráfusos.

A queda do Laboratório, por um lado representou prejuízo financeiro ao PROANTAR e abalo da credibilidade na equipe vinculada à pesquisa sobre Arquitetura na Antártica porém, por outro lado, contribuiu para as importantes conclusões anteriormente mencionadas e a atual preocupação em não executar terraplanagem - que modificam e mascaram o perfil natural do solo - ou, se necessário, executar somente em locais absolutamente conhecidos e que possam ter seu comportamento observado.

A partir dos problemas verificados, optou-se também por retornar à modulação inicial de $L = 1$ m, mesmo que isso acarretasse em maior perda de material construtivo.

Foi elaborado novo projeto com $L = 1$ m para o novo Laboratório de Ciências Atmosféricas, instalado posteriormente durante o verão 90/91 em outro local, abrigado dos ventos e sobre superfície plana, conforme descrito anteriormente e apresentado nas Figuras 85 e 86.

O acidente com o Laboratório de Ciências Atmosféricas permitiu o avanço nos estudos e também indicou a necessidade no aprimoramento dos conhecimentos relacionados à temáticas alheias à pesquisa desenvolvida e/ou a incorporação na equipe de pesquisadores vinculados aos estudos relacionados à dinâmica atmosférica e geotécnica.

Com relação ao arrancamento dos pilares das sapatas, novos testes foram executados em laboratório, confirmando os valores anteriormente verificados, reduzindo a possibilidade de falha dos materiais construtivos e confirmando os resultados da perícia.

O trabalho de construção tem sido desenvolvido atualmente pelo Arsenal de Marinha no Rio de Janeiro, com pequenas modificações no que diz respeito principalmente à pintura externa e revestimento de piso, sendo no

entanto mantidas as características fundamentais da última versão do projeto, testado no novo Laboratório de Ciências Atmosféricas.

5.7.- ESTUDOS COMPLEMENTARES

Com a comprovação inicial das potencialidades da técnica construtiva desenvolvida, verificou-se a necessidade de estudos sistemáticos sobre vários aspectos objetivando não somente o aprimoramento da técnica mas também o incremento aos conhecimentos adquiridos. Porém, a partir de 1991, o desinteresse do PROANTAR, as restrições econômicas e problemas políticos tornaram-se elementos impeditivos na continuidade das atividades que metodologicamente necessitassem de observações "in loco" e recursos para aquisição de equipamentos. Dentre os muitos aspectos identificados como desejáveis para o aprofundamento dos conhecimentos - fenômenos atmosféricos, geologia antártica, impacto ambiental, tratamento de resíduos, comportamento dos materiais construtivos, conforto, instalações de saneamento, etc - foram selecionados os possíveis de serem desenvolvidos com os recursos e equipamentos disponíveis. Assim, diante das restrições para a continuidade das atividades, as pesquisas foram desenvolvidas mediante a disponibilidade de laboratórios e recursos humanos, sendo elaborados estudos em três aspectos básicos:

1. Comportamento da madeira às condições antárticas;
2. Desempenho térmico;
3. Uso da cor em ambiente antártico.

Com relação ao uso da madeira, estando já satisfatoriamente comprovada sua eficiência estrutural e construtiva, restavam as indagações quanto à eficiência dos elementos colados, já que todas as investigações realizadas em edificações antárticas cuja matéria prima básica foi a madeira, não eram utilizados ainda os processos de colagem. Os resultados alcançados foram publicados em Alvarez, Teixeira e Melo, 1992 e encontram-se resumidos no item 5.7.1. - Resistência ao cisalhamento de peças de madeira coladas submetidas à baixas temperaturas.

As avaliações na área de conforto eram efetuadas através de visitas esporádicas e principalmente, depoimento dos usuários. Se por um lado o Refúgio Emílio Goeldi apresentava-se plenamente satisfatório com relação ao conforto (térmico, ergonômico e psicológico), o Laboratório de Meteorologia, embora mais amplo e instalado nas proximidades da Estação, apresentava-se extremamente desconfortável no aspecto térmico. Verificou-se então a necessidade no aprimoramento dos conhecimentos que permitissem uma avaliação sistemática dos fenômenos ocorridos que ocasionaram níveis de satisfação opostos para um mesmo tipo de edificação. A viabilização de tais pesquisas foi possível através de estudos desenvolvidos junto ao IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, efetuadas durante todo o ano de 1992. Os resultados alcançados foram publicados em Alvarez e Vittorino, 1993, cujo resumo encontra-se descrito no item 5.7.2.- Desempenho higrotérmico das edificações em madeira.

O uso da cor na Antártica foi temática atraente desde o início das atividades, ainda em 1984. As prioridades ditadas pelo PROANTAR no entanto, tornaram impeditivos tais estudos, considerados de pouca utilidade. Porém, mesmo não sendo prioritários, foram desenvolvidos alguns estudos através da disciplina "Programação visual experimental" do curso de mestrado, cujos resultados encontram-se resumidos no item 5.7.3. - Proposta de programação visual para as edificações em madeira.

5.7.1.- Resistência ao cisalhamento de peças de madeira coladas submetidas à baixas temperaturas

Com a implantação de novas edificações em madeira, posteriores ao Refúgio Goeldi, surge a necessidade de estudos sistemáticos de análise de comportamento dos diversos materiais, que até então eram adotados e observados empiricamente. Um dos objetivos no ensaio de materiais submetidos à baixas temperaturas foi o de desenvolver metodologia específica, do qual não existem normas próprias e, sendo testada e aprovada, deveria posteriormente ser aplicada também para os compensados, já que os painéis que compõem com a estrutura são compostos por esse material.

5.7.1.1.- Pessoal e Instrumental

Em função da capacitação pessoal e instrumental do LPF/IBAMA, os ensaios foram executados em Brasília, contando com a coordenação do Eng. Júlio Eustáquio de Melo, Mestre em Estruturas de Madeira e de Divino Eterno Teixeira, Engenheiro Florestal. Os instrumentos a utilizados foram:

- Máquina Universal de Ensaio INSTRON com precisão de 0,5%;
- Freezer Comercial Horizontal METALFRIO, capacidade 280 l;
- Norma de Ensaio: D 905-49/70 - Strength Properties of Adhesive Bonds In Shear by Compression Loading.

5.7.1.2.- Material e Métodos

Foram analisados inicialmente o comportamento do cedro (*cedrela odorata*) e do mogno (*swietenia macrophylla*), sendo que a colagem das pranchas foi executada com cola CASCOPHEN RS (fenol- formaldeído) da Alba Química.

Foram adquiridas madeiras de mogno e cedro em pranchas no comércio de Brasília. A madeira foi serrada e aparelhada conforme dimensões e procedimentos da norma ASTM D 905-49/70.

Para cada espécie de madeira foram confeccionados e colados 04 (quatro) blocos⁶³ por tratamento⁶⁴, com as fibras na direção paralela ao comprimento e com as dimensões de 30 cm x 5 cm x 4 cm (com duas peças de 2,0 cm de espessura cada). Para a uniformização dos tratamentos, foram utilizados os seguintes parâmetros:

• Umidade da madeira	0 a 12%;
• Tempo de "assembly"	0 minutos;
• Pressão	11,5 Kg/cm ² ;
• Tempo de prensagem	06 horas (a frio);
• Gramatura de cola	300 g/m ²
• Densidade Básica ⁶⁵ (peso seco/volume saturado em água)	
• Cedro	0,38 g/cm ³ ;
• Mogno	0,45 g/cm ³ .

⁶³ Bloco = duas peças de 2,0 cm x 5,0 cm x 30,0 cm, coladas de onde se retira cinco corpos-de-prova.

⁶⁴ Tratamento = corpos de prova por período de tempo no freezer a -25°C.

⁶⁵ INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Potencial Madeireiro do Grande Carajás. Brasília, 1993.

Após a prensagem, os blocos foram colocados em sala de climatização (com $UR^{66} = 50 \pm 2\%$ e $T^{67} = 73 \pm 2^\circ F$) por 7 dias. De cada bloco foram retiradas 05 (cinco) amostras para ensaio, num total de 20 (vinte) corpos-de-prova por tratamento. A testemunha foi ensaiada após o sétimo dia de climatização, enquanto as outras amostras foram para um freezer a $-25^\circ C$, sendo ensaiados após 30, 60, 90, 120, 150, e 180 dias de permanência, conforme norma já citada. A separação dos 20 (vinte) corpos-de-prova por tratamento deu-se de forma aleatória após terem sido misturados.

5.7.1.3.- Análise estatística

1. Cisalhamento paralelo às fibras

No anexo II, seguem as planilhas detalhadas com especificação exata das características dos corpos-de-prova e as planilhas ilustrativas de demonstração da análise estatística.

Aplicou-se o teste "t" (Student) para o grupo de 20 corpos-de-prova da testemunha e para cada tratamento individual, a fim de verificar os limites dentro dos quais os desvios podem ser considerados como insignificantes (devido ao acaso) ou significantes. Inicialmente, considerando-se o nível de exclusão de 5%, os valores demonstraram serem significativos para a amostragem, restringindo obrigatoriamente a confiabilidade para 1% (Graner, 1966).

2. Falha da madeira

Embora tenha sido efetuada a análise estatística a exemplo da planilha de resistência, os dados de falha da madeira referem-se somente à demonstração da percentagem de ruptura da madeira em relação à linha de cola e possível identificação de falha nos corpos-de-prova, já que estava previsto uma grande heterogeneidade de resultados visto as características peculiares da madeira.

66 UR = Umidade Relativa.

67 T = temperatura.

5.7.1.4.- Gráficos e comentários

Verifica-se que a resistência inicial de ambas espécies de madeira foi superior às testemunhas ensaiadas à temperatura ambiente. O gráfico da Figura 91 demonstra a continuidade do aumento da resistência até os 60 dias e declínio acentuado aos 120 dias com índices inferiores à testemunha. O mogno volta a ter sua resistência ampliada embora o cedro continue em declínio com provável tendência a aumentar novamente a resistência.

Paralelamente, observa-se que o mogno tem maior capacidade de aderência da cola se comparado ao cedro (Figura 92) sendo que com relação à testemunha, as médias foram sempre menores e portanto, com menores índices de falha. Já o cedro manteve índices oscilantes em relação à testemunha nos sete tratamentos.

RESISTÊNCIA DA LINHA DE COLA

1. Cizalhamento paralelo às fibras

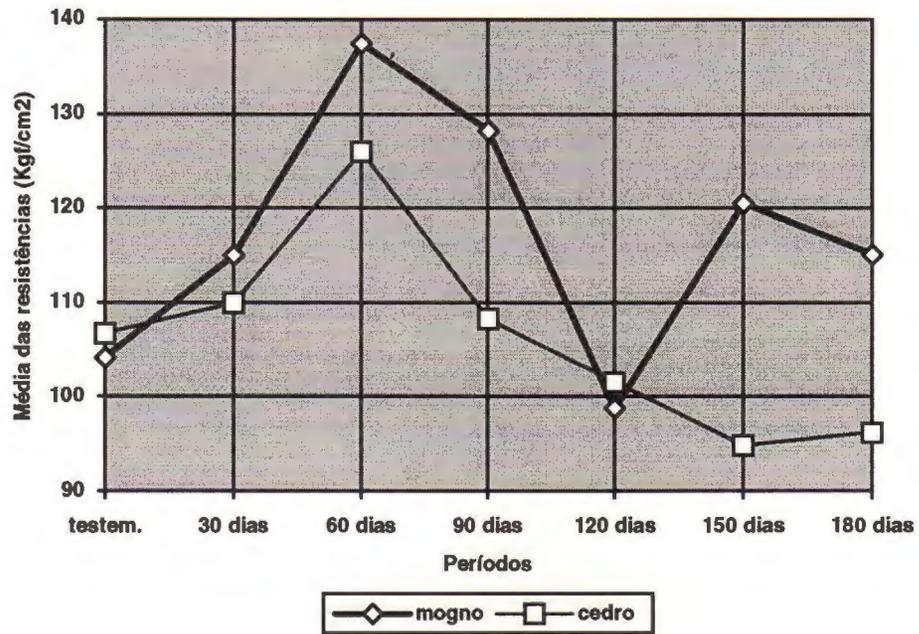


Figura 91 - Gráfico 1: Cizalhamento paralelo às fibras.

2. Falha da Madeira

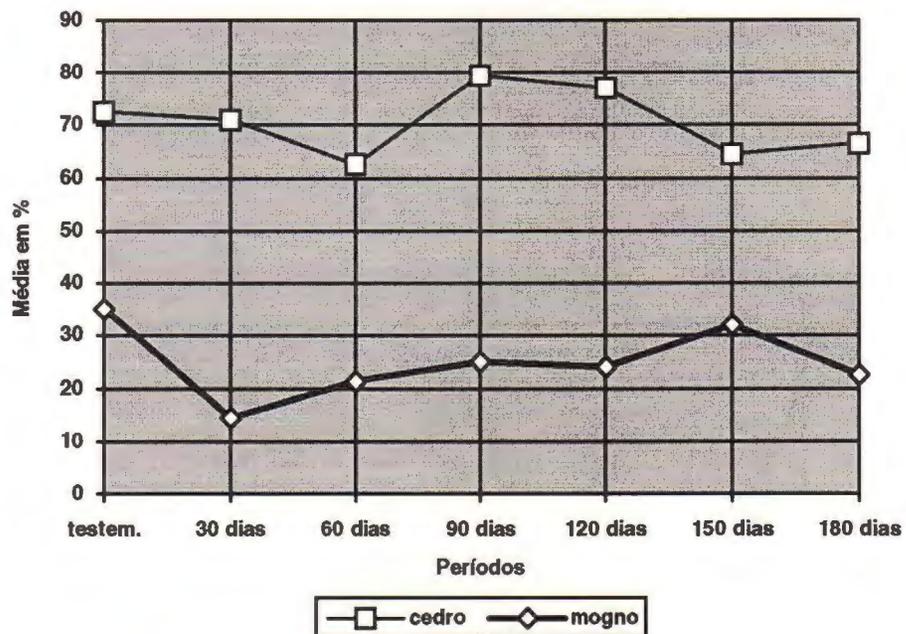


Figura 92 - Gráfico 2: Falha da madeira.

5.7.1.5.- Resultados e discussões

O teste de significância para cada grupo de 20 corpos-de-prova por período não apresentou diferença considerável entre os dados para um nível de exclusão de 1%, assim como para as médias dos períodos, tanto para a resistência na linha de cola do mogno como do cedro.

Para efeito ilustrativo, segue abaixo a Tabela 4 demonstrativa das temperaturas e umidade relativas no freezer na data de retirada dos corpos-de-prova, ressaltando que foram estipuladas datas alternadas para o cedro e o mogno a fim de não alterar a temperatura do freezer e dos corpos-de-prova a serem ensaiados.

Tabela 4 - Temperatura e umidade relativa no freezer na data de retirada dos corpos-de-prova.

CEDRO						
Período	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T°C	-28	-27	-29	-26	-28	-24
U.R.%	36	36	36	37	34	32

MOGNO						
Período	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T°C	-29	-28	-30	-28	-28	-31
U.R.%	36	35	34	35	35	37

Observa-se que por motivos externos aos ensaios, não foi possível efetuar a medida do teor de umidade nos corpos-de-prova na retirada do freezer, devendo tal etapa ser incluída na metodologia dos próximos ensaios.

5.7.1.6.- Comentários conclusivos

I. O teste estatístico e os gráficos demonstram que as alterações na resistência da madeira de cedro e mogno coladas com CASCOHEN-RS

nos períodos de até 180 dias submetidos às condições de temperatura e umidade demonstrados no ítem anterior, não foram significativos do ponto de vista estrutural;

II. Verifica-se que com relação à capacidade de aderência da cola, o mogno obteve melhores resultados se comparado ao cedro, sendo provável inclusive a melhora das condições em função do resfriamento do material. Desaconselha-se a utilização do mogno em peças coladas submetidas às condições descritas anteriormente, visto os baixos índices de aderência conforme planilha de falha da madeira, com frequência preocupante de índices nulos;

III. A falta de informações bibliográficas sobre ensaios de materiais à baixas temperaturas exige que sejam feitos estudos mais representativos com maior número de corpos-de-prova e, principalmente, maior tempo de condicionamento à baixa temperatura visto desconhecermos se o período máximo analisado (180 dias) é suficiente para a estabilização da estrutura interna da madeira ou mesmo a manutenção das características físico-mecânicas da cola;

IV. Aconselha-se também o teste de eficiência da cola manuseada em condições semelhantes à Antártica já que muitos reparos são efetuados nas edificações expostas à condições ambientais.

5.7.2.- Desempenho higrotérmico das edificações em madeira

Os estudos relacionados ao desempenho higrotérmico das edificações em madeira foram elaborados junto ao IPT, tendo sido apresentado os resultados no 2º ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO e publicados os resultados nos anais do referido encontro, com o título: Comportamento térmico de módulos em madeira implantados pelo Brasil na Antártica (Alvarez & Vittorino, 1993).

Os dados climáticos utilizados neste estudo foram obtidos a partir das análises estatísticas apresentadas no capítulo 1, subítem 1.7. Características Climáticas da Estação Ferraz, sendo apresentado na Tabela 5 os valores médios mensais das temperaturas máximas e mínimas diárias.

Tabela 5 - Valores médios mensais das temperaturas máximas e mínimas diárias.

mês	mmax	mmin
jan	3,2	0,9
fev	x	x
mar	2,9	-2,1
abr	-1,4	-5,7
mai	-4,7	-9,9
jun	-3,7	-10,2
jul	-4,1	-9,1
ago	-4,4	-9,9
set	-1,6	-5,8
out	-1,1	-5,2
nov	1,4	-2,7
dez	2,1	-1,0

mmax: temperatura máxima diária

mmin: temperatura mínima diária

Obs.: por insuficiência de dados relativos ao mês fevereiro de todos os anos, os mesmos não foram considerados nos cálculos das médias.

Para a elaboração da análise higrotérmica, foram considerados o Refúgio Emílio Goeldi e o Laboratório de Meteorologia, em função dos seguintes aspectos:

1. O Refúgio Emílio Goeldi é representativo para edificação não condicionada e com uso somente durante o verão, enquanto que o Laboratório de Meteorologia é representativo de edificação condicionada e com utilização durante todo o ano.

2. As duas edificações representam condições opostas em relação ao conforto alcançado, conforme depoimento dos usuários: enquanto o Goeldi é constantemente referenciado como edificação confortável nos relatórios dos usuários, o mesmo não acontece com o Laboratório onde verificam-se constantes queixas, no que diz respeito à dificuldade de condicionamento térmico.

3. As edificações escolhidas são representativas das duas modulações adotadas: enquanto o Goeldi foi projetado com modulação = 1,00 m, o Laboratório foi a primeira experiência na adoção de painéis com 1,22 m de largura.

4. Tanto o Refúgio Goeldi como o Laboratório de Meteorologia são utilizados por equipes que retornam constantemente para a Antártica, possibilitando maior intercâmbio com os usuários.

5.7.2.1. - Desempenho higrotérmico

Para a obtenção da resposta térmica das duas edificações e avaliação do desempenho térmico do Refúgio, foi adotada a metodologia proposta por M. Akutsu (Akutsu, 1989) e utilizada correntemente no IPT na análise de sistemas construtivos. Tal metodologia envolve, basicamente, as seguintes etapas:

a) Caracterização das exigências humanas de conforto térmico: foi feito através dos procedimentos e exigências apresentados na Norma ISO 7730/84. Para tanto, adotou-se uma taxa metabólica para os ocupantes igual a 70 W/m^2 ; índice de resistência térmica da vestimenta de 1,35 Clo, equivalente a roupas pesadas tradicionais para uso interno em instalações antárticas; velocidade do ar, no interior do ambiente menor que $0,1 \text{ m/s}$. Os valores dos demais parâmetros foram obtidos a partir dos resultados das simulações.

b) Caracterização das condições típicas de exposição ao clima: foi definido um "dia típico de projeto" para as condições de verão e de inverno conforme Tabela 6 com frequência de ocorrência de 10%, tendo em vista as características climáticas dos períodos apresentados na Tabela 1- Períodos de coleta de dados meteorológicos da ESANCF. Em função dos baixos valores apresentados pelas médias mensais das temperatura máximas diárias, não seria necessário analisar as edificações para a condição de verão, contudo, como o Refúgio é ocupado apenas neste período, definiu-se também um dia típico de verão, porém com base nos valores das temperaturas mínimas diárias. Os valores dos totais diários de radiação solar global incidente na superfície horizontal (7100 W.h/m^2 no verão e 200 W.h/m^2 no inverno), obtidos a partir dos resultados apresentados em Orvig, 1970.

Ressalta-se que a velocidade média do vento adotada, conforme dados meteorológicos obtidos junto ao INPE, foi de 20 km/h . Porém, um coeficiente de variação de aproximadamente 80%, a bibliografia consultada e a experiência dos pesquisadores indicam a necessidade de um tratamento de dados diferenciado e específico para o aprimoramento da análise em questão. Observa-se que o Refúgio Emílio Goeldi encontra-se implantado em local protegido da incidência direta do vento, o mesmo não ocorrendo com

o Laboratório de Meteorologia, que encontra-se localizado em local topograficamente elevado;

Tabela 6 - Dias típicos de verão e inverno

hor.	Temperatura °C	
	Verão	Inverno
1	-2,2	-18,4
2	-2,3	-18,6
3	-2,4	-18,8
4	-2,5	-19,9
5	-2,5	-19,0
6	-2,4	-18,9
7	-2,3	-18,7
8	-2,1	-18,3
9	-1,8	-17,7
10	-1,4	-17,0
11v	-1,0	-16,2
12	-0,6	-15,5
13	-0,3	-14,9
14	-0,1	-14,5
15	0,0	-14,5
16	-0,1	-14,5
17	-0,2	-14,7
18	-0,5	-15,4
19	-0,8	-16,0
20	-1,2	-16,6
21	-1,4	-17,1
22	-1,7	-17,5
23	-1,9	-17,9
24	-2,0	-18,2

c) Caracterização da edificação e da sua ocupação: a caracterização física das edificações encontra-se definida nos itens 5.4.- Características específicas do Refúgio Emílio Goeldi e 5.5.- Evolução do projeto inicial, complementados com a

Tabela 7, onde são apresentadas as características térmicas dos materiais adotados. Observa-se que na edificação denominada Refúgio, o ambiente analisado foi o "estar/jantar" sendo considerado o ganho de calor pelo uso do fogão, dos ocupantes e da luminária, tendo em vista ser no período de cozimento seu maior uso (Tabela 8). Na edificação denominada Meteorologia, analisou-se o ambiente "laboratório", sendo este considerado sem ocupantes e sem a geração de calor devido aos equipamentos, porém com condicionamento térmico artificial através de aquecedores elétricos;

d) Caracterização do comportamento térmico da edificação: foram executadas simulações em computador, utilizando-se o programa NBSLD (Kusuda, 1976).

Para o Refúgio, determinou-se o perfil horário da temperatura e da umidade do ar interior e a temperatura radiante média do ambiente. Para o Laboratório, foram calculadas as cargas térmicas de aquecimento necessárias para manter a temperatura interna, durante todo o dia, em 15°C;

e) Avaliação do desempenho térmico da edificação: a partir dos resultados obtidos, na etapa anterior, foi feita a avaliação do desempenho térmico do Refúgio.

Tabela 7 - Propriedades térmicas dos materiais adotados conforme Akutsu & Sato, 1987.

Material	Condutividade de Térmica W/(m.K)	Densidade kg/m ³	Calor Específico J/(kg.K)
Compensado	0,13	600	1250
Poliestireno	0,034	13	1214
Mogno/Cedro	0,15	600	1630
Ipê	0,23	1000	1250
Alumínio	120	2750	900

Tabela 8 - Ocupação do Refúgio Emílio Goeldi

Quant.	Equipamento e ocupantes	Período (h)
01	lâmpada 60 W	18-22
01	fogão 04 bocas	7-7:30; 12-13; 18-19
01	geladeira 410 l	integral
04	pessoas	7-7:30; 12-13; 18-23

5.7.2.2.- Simulações

No período ocupado, foram obtidos os seguintes resultados para o Refúgio: umidade relativa média, de 80%, temperatura radiante média do ambiente menor, em média, 1°C que a temperatura do ar. Na Figura 93 é apresentado o comportamento da temperatura do ar interior, do ar exterior e da radiante média deste ambiente. Na Figura 94, são apresentadas as temperaturas superficiais de alguns dos elementos que compõem sua envoltória e na Figura 95, é apresentada a carga térmica necessária para a manutenção da temperatura interna do Laboratório em 15°C, durante o dia todo.

REFÚGIO EMILIO GOELDI
VERÃO

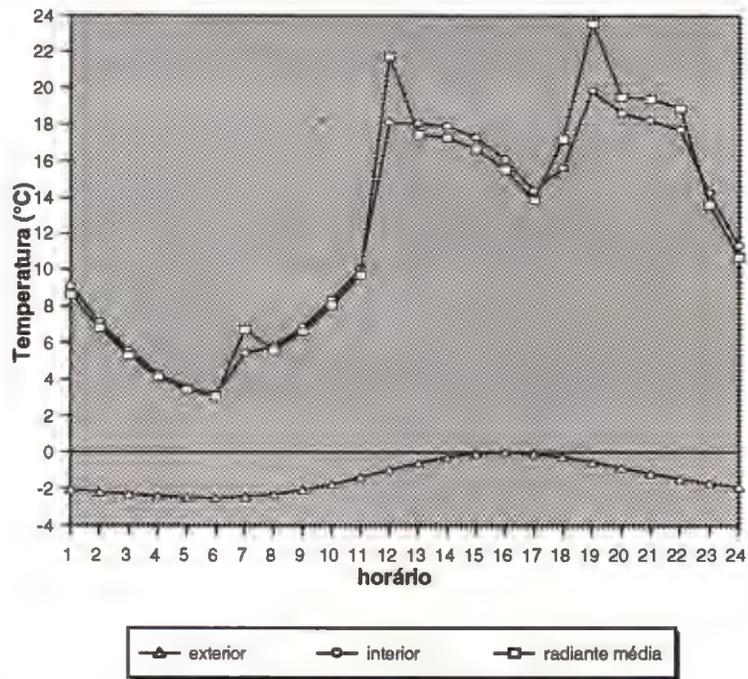


Figura 93 - Temperatura do ar exterior e interior do Refúgio Emílio Goeldi para a situação de verão.

REFÚGIO EMILIO GOELDI
VERÃO

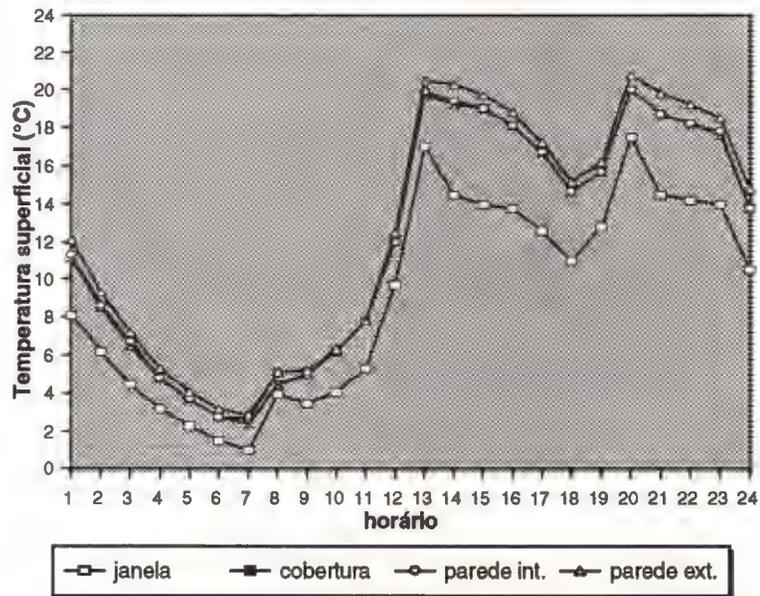


Figura 94 - Temperaturas superficiais internas dos elementos de vedação do Refúgio Emílio Goeldi para a situação de verão.

LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA INVERNO

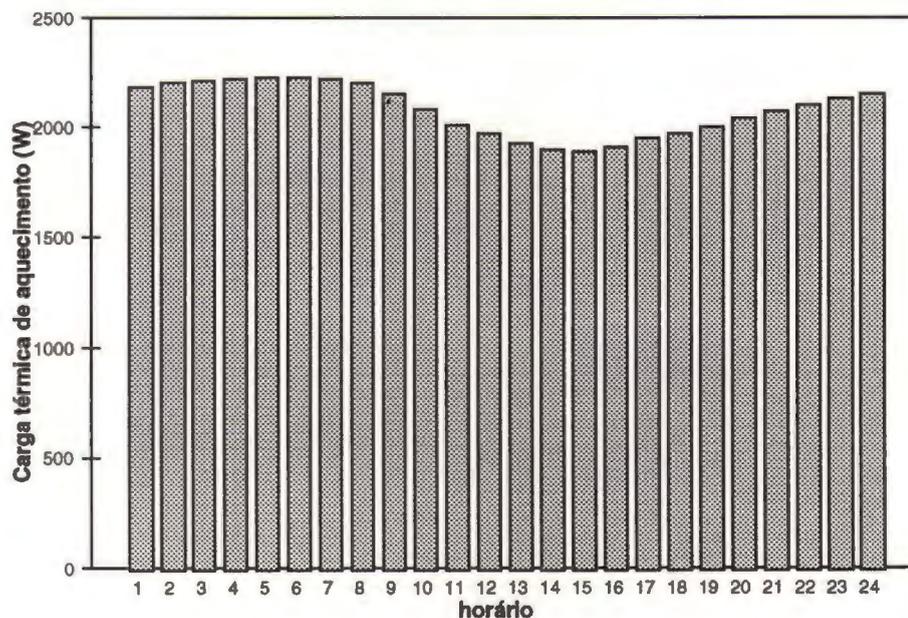


Figura 95 - Carga térmica de condicionamento para o Laboratório de Meteorologia para o dia típico de inverno.

5.7.2.3. - Análise dos resultados

- Refúgio

Para o Refúgio, com base nos valores da temperatura e umidade relativa do ar, na temperatura radiante média e naqueles definidos em a) do item 5.7.2.1, serão obtidas condições satisfatórias de conforto térmico com temperatura do ar interior maior ou igual a 15 °C. Desta forma, conforme pode ser verificado na Figura 93, são obtidas condições satisfatórias de conforto térmico de aproximadamente 12:30h à 16:30h e de 18:30h à 23:30h, correspondente a grande parte do período de ocupação. Observa-se que somente durante o café da manhã, embora haja ocupação e equipamentos em funcionamento, o conforto não é alcançado. É importante ressaltar que os valores mais elevados da temperatura do ar interior são provocados, basicamente, pela geração interna de calor dos equipamentos e ocupantes.

Ressalta-se ainda que no período de ocupação do dormitório contíguo ao ambiente analisado (de 23h a 7h), o uso restringe-se a "dormir", estando os ocupantes reunidos, eventualmente com luzes acesas e protegidos contra o frio com pesados cobertores.

O comportamento da temperatura do ar interior, elevando-se rapidamente ao iniciar-se a ação de fontes internas de calor e reduzindo-se da mesma forma quando desativadas, indica uma característica de inércia térmica baixa para a edificação. Tal característica é determinada pela presença de componentes com alta resistência térmica e inexistência de elementos que apresentem elevada capacidade térmica. Contudo, como a temperatura do ar exterior é sempre muito menor que a temperatura do ar interior provocada pelas fontes de calor existentes, tem-se somente perdas de energia pela envoltória do ambiente, que devem ser reduzidas para melhorar o desempenho térmico da edificação. Neste sentido, o uso de elementos fortemente isolantes é adequado, devendo-se otimizar a sua resistência térmica.

É interessante observar ainda que a pequena diferença entre as temperaturas superficiais de paredes internas, externas e cobertura, é explicável, basicamente, pelas suas resistências térmicas próximas, velocidade do vento reduzida na face externa das paredes expostas e a presença de fontes internas de calor que aquecem de maneira aproximadamente uniforme o ambiente. As menores temperaturas superficiais das janelas são devidas à sua menor resistência térmica. Entretanto, considerando-se as condições de temperatura e umidade relativa interna médias, verifica-se uma temperatura de ponto de orvalho de 12,5 °C, que não é alcançada em aproximadamente metade do dia, ocasionando risco de ocorrer condensação nas superfícies neste período.

- Laboratório de Meteorologia

Os valores baixos das cargas térmicas de aquecimento observados para o laboratório, se considerarmos as condições de um inverno antártico, podem ser explicados visto estarem sendo consideradas situações otimizadas de vedação do recinto e, conseqüentemente, baixa taxa de infiltração de ar externo e exposição a vento de baixa velocidade. Depara-se no entanto, com declarações e relatórios dos usuários em que verifica-se a ineficiência dos

equipamentos elétricos para manterem a temperatura interna a nível considerado como de conforto.

Os estudos desenvolvidos através das simulações possibilitam o levantamento de hipóteses quanto às eventuais falhas no sistema construtivo devendo, numa etapa posterior, serem consideradas as cargas térmicas oriundas dos equipamentos instalados e a constatação dos eventuais pontos de infiltração de ar exterior. Não foi feita análise com relação à eficiência e regime de utilização do equipamento de aquecimento, devendo tal procedimento ser considerado nos estudos subsequentes, com base nas medições "in loco", em andamento.

5.7.2.4. - Comentários conclusivos

Os estudos referentes ao comportamento térmico das edificações em madeira na Antártica encontram-se em fase de desenvolvimento, sendo no Laboratório de Meteorologia, executadas medições sistemáticas da distribuição da temperatura do ar e levantamento da capacidade instalada dos equipamentos de condicionamento que, conforme relato dos usuários, demonstrou ser insuficiente para manter a temperatura do ar interno no nível desejado.

Os resultados obtidos através das simulações para o Refúgio Goeldi confirmaram as expectativas de projeto com relação ao desempenho térmico, possibilitando o repasse da técnica construtiva, permitindo sua produção seriada. O aprimoramento desta análise depende também de uma sistematização da coleta de dados de todas as variáveis climáticas envolvidas no processo de avaliação de desempenho térmico, que conforme foi citado ao longo do texto, ainda não representam uma fonte de dados plenamente utilizável para este fim.

5.7.3.- Proposta de programação visual para as edificações em madeira.

Sendo a Antártica um laboratório natural para a geologia, biologia, ciências atmosféricas, etc., também o é para os assuntos relacionados à

questões psicológicas, principalmente àquelas vinculadas à percepção. Como explicar a emoção frente às dimensões da Antártica, onde a escala da monumentalidade gera uma sensação de esmagamento e insignificância; e o que dizer do impacto causado com a inserção dos elementos construtivos, de cores contrastantes com o mundo monocor que a Antártica representa? Como transformar sensações em planilhas estatísticas e assim torná-las válidas no mundo científico?

Descrever a paisagem Antártica passa necessariamente por conceitos de beleza e emotividade. Talvez para um glaciólogo, o azulado dos icebergs quartenários seja somente um indício de sua idade, assim como o movimento de uma lentidão cinematográfica dos elefantes marinhos seja para o biólogo um simples indicativo da quantidade de gordura acumulada. E assim temos os pinguins, com seus trajes a rigor, os muitos pássaros que povoam o litoral durante o verão, alguns raros musgos presos nas rochas vulcânicas de coloração escura e o homem, de andar deselegante com suas roupas coloridas e espalhafatosas. Além da imagem real, associa-se ainda a imagem criada, seja através dos meios de comunicações, seja através dos muitos mitos e lendas que povoam a Antártica, anteriores mesmo ao seu descobrimento.

Dos meios de comunicação, temos dois tipos de imagens: a de dias luminosos de céu e mar muito azul e, em oposição, de tempestades, perigos constantes e muita bravura por parte de seus ocupantes humanos. Tanto uma quanto outra garantem a venda de periódicos e ilustram as imagens transmitidas em palestras e conferências sobre o tema. No entanto, os dias acinzentados e sem contornos, onde a ausência de sombreamento nos impede de identificar as formas com clareza é que dominam o cotidiano (Figura 96). Nos raros dias de céu azul (Figura 97), as tarefas diárias são interrompidas para que se possa desfrutar e fotografar a bela imagem que só então se descortina.

Em terra, a ventisca, já descrita no capítulo I, levanta uma cortina de pó de gelo muito fina, que muitas vezes impede por completo a visibilidade. O mesmo fenômeno ocorre no Ártico: "Às vezes, no Ártico, não existe nenhum horizonte separando a terra e o céu (...) Os dois são da mesma substância. Não existe distância intermediária, nem perspectiva, ou entorno, nada que o olho possa fixar-se com exceção de milhares de plumas



Figura 96 - Um acinzentado dia do cotidiano antártico. À esquerda, antiga base inglesa "G" (Foto da autora, 1987).

Figura 97 - Um ensolarado e raro dia de verão antártico (Foto da autora, 1987).



esfumaçadas de neve correndo pelo chão, impelidas pelo vento - uma terra sem fundo nem margens. Quando os ventos se elevam e a neve enche o ar, a visibilidade fica reduzida para 3 metros pelo menos" (Flaberty apud Hall, 1989).

No mar, o descongelamento dos mares provoca a formação de grandes placas de gelo denominadas "banquisas" (Figura 98) ou o acúmulo de blocos de gelo que se desprendem dos icebergs e que formam verdadeiras esculturas efêmeras a que a poucos é dado o prazer de admirar (Figura 99).

Se por um lado os animais antárticos procuram mimetizar-se ao ambiente (Figura 64 do subitem 5.4.- Características específicas do Refúgio Emílio), o Homem tem por objetivo principal destacar-se na paisagem, não necessariamente numa atitude de desafio, mas para poder sobreviver num ambiente em que sem tecnologia não lhe seria possível habitar (Figura 100). Inicialmente o uso da cor na Antártica ocorre com o objetivo claro e específico de sinalizar (Figura 101), fazer-se notar na imensidão do branco (acinzentado) do mundo antártico. Posteriormente, a cor assume outras conotações, como o nacionalismo já comentado anteriormente, a busca de sobriedade ou descontração dos ambientes internos e até mesmo a identificação da origem das equipes ou da função de uma edificação.

Uma interessante experiência é chegar na Antártica através do Hércules C-130 - uma aeronave da Força Aérea Brasileira muito utilizada pelo PROANTAR - com aterrisagem obrigatória na Base Marsh pertencente ao Chile. Sendo a única pista de pouso da Península Antártica, concentra uma grande movimentação de pessoas das mais variadas origens, cultivando um alegre ambiente de "reencontro" e festividade (Figura 102).

Observa-se que os esquimós possuem capacidade olfativa e acústica extremamente aguçadas em relação à capacidade visual, provavelmente pelo ambiente visual natural não oferecer grandes incentivos ao seu desenvolvimento (Hall, 1989). Por outro lado, os meios urbanos tradicionais bombardeiam grande quantidade de informação visual, condicionando a prioridade do sentido visual em detrimento aos demais e, embora com atividades na Antártica, o curto período de permanência na região não possibilita a reorganização da percepção, havendo pois a



Figura 98 - Banquisas de gelo flutuantes (Foto da autora, 1988).



Figura 99 - Blocos de gelo sobre o mar e depositados ao longo das praias, formando esculturas (Foto da autora, 1989).



Figura 100 - Enquanto os pinguins discretamente inserem-se na paisagem, o homem busca destacar-se, ambos pelo mesmo motivo: sobrevivência.



Figura 101 - Bóia-sinalizadora defronte à Estação Ferraz (Foto da autora, 1989).



Figura 102 - Pessoas de diversas nacionalidades encontram-se na pista de pouso de Marsh, a porta de entrada da Península Antártica. A diversidade nas cores dos uniformes demonstra a quantidade de nações reunidas (Foto da autora, 1990)

necessidade de, através da tecnologia, inserir a cor no ambiente para que as atividades possam ser exercidas em segurança.

Os estudos de programação visual para edificações antárticas tem por objetivo o tratamento específico dos laboratórios em madeira, apoiado nas seguintes justificativa:

1. Por entender que os interesses científicos devem ser tratados como prioritários no PROANTAR;
2. Por a superfície dos painéis ser lisa, ao contrário dos containeres de aço corrugado;
3. Por as edificações em madeira não requerem pintura anual, ao contrário dos containeres;

4. As edificações em madeira são utilizados, em sua maioria, como laboratórios isolados do complexo da Estação, podendo receber caracterização diferenciada sem tornarem-se contrastantes com edificações instaladas próximas.

Estando definidos que somente os laboratórios receberiam tratamento diferenciado, deve-se observar que na elaboração da proposta deveriam ser consideradas as limitações logísticas para a execução dos trabalhos nas edificações já implantadas na Antártica. Além disso, o direcionamento das propostas foi baseado nos seguintes aspectos:

a) Sendo os laboratórios em grande número, se cada um recebesse um tipo de tratamento, provavelmente geraria mais confusão do que esclarecimento. Assim, as edificações foram divididas de acordo com a classificação das ciências adotada pelo PROANTAR: Ciências da Vida, Ciências da Terra, Ciências Atmosféricas e Logística, devendo ser criado um código para cada um deles. Observa-se no entanto que a Logística não possui qualquer laboratório, sendo sua área de atuação em todas as edificações, não havendo motivo que justificasse a criação de um símbolo;

b) A pintura nas fachadas deveria obedecer à uma sequência em todo o contorno, já que não existe "fachada principal", pois as edificações são posicionadas em relação à incidência de vento. Em Ferraz frequentemente o acesso principal posiciona-se "nos fundos" e de costas para a Baía do Almirantado, já que o vento mais constante vem dessa direção;

c) Os desenhos criados deveriam ser de fácil leitura e perfeitamente compreensíveis pela comunidade Antártica.

d) A facilidade de reprodução no Brasil e, principalmente na Antártica, foi um dos condicionantes, já que as constantes variações climáticas exigem rapidez nas soluções. Além disso, deve-se considerar a inexistência de mão de obra especializada para esse tipo de atividade;

e) A técnica adotada deve possibilitar retoques e repintura já que o vento em alta velocidade carrega consigo partículas de gelo e cascalho com grande poder abrasivo.

Entendendo-se por código "um sistema de símbolos que, por convenção pré-estabelecida, se destina a representar e transmitir uma mensagem entre a fonte e o ponto de destino" (Pignatari, 1965), a grande preocupação do trabalho foi de reproduzir (e não necessariamente criar) formas que estivessem de acordo com o repertório da população alvo.

O processo de projeção, muito especialmente para a Antártica, deve estar sempre associado à técnica de execução e à sua viabilidade real. A técnica selecionada como a mais coerente com os condicionantes antárticos foi a de sombreamento, onde a confecção de moldes vazados permitiria a qualquer pessoa com um mínimo de habilidade a execução dos serviços de pintura e manutenção.

A escolha das cores deveria cumprir a função de sinalização, contrastando com o verde da composição de todas as edificações brasileiras, e estar associada ao código proposto de uso dos laboratórios. O desenho, por sua vez, deveria possuir características que permitissem sua visualização à uma distância razoável, se não em detalhes, ao menos da idéia do que se pretende transmitir.

Na primeira proposta (Figura 103), o objetivo foi a adoção de símbolos conhecidos não só no meio Antártico mas na comunidade científica em geral. As cores foram associadas aos símbolos e também à bandeira nacional. Assim, o Laboratório de Ciências da Terra ganhou uma tarja na parte inferior, com a figura geométrica que representa o solo em secção transversal, associado ao amarelo, representando naturalmente a riqueza desse solo. No Laboratório de Ciências da Vida, a ondulação azul representa a água, sem a qual a vida não seria possível. A pintura na metade inferior procura referenciar o horizonte. O Laboratório de Ciências Atmosféricas ganhou uma tarja branca em linhas de espessura crescente na porção superior, representando o céu.

A segunda proposta (Figura 104) foi elaborada a partir da simplificação da linguagem adotada no primeiro estudo. Além de buscar o mesmo significado aos símbolos da primeira, tratou-se ainda de incrementar movimento ao desenho das fachadas, sem perda de qualidade ou aumento na dificuldade de execução.

Reitera-se que a escolha dos laboratórios para o estudo em questão significa, acima até mesmo da busca de uma melhoria estética, a identificação da importância das pesquisas científicas sobre quaisquer outros interesses que porventura o Brasil priorize.

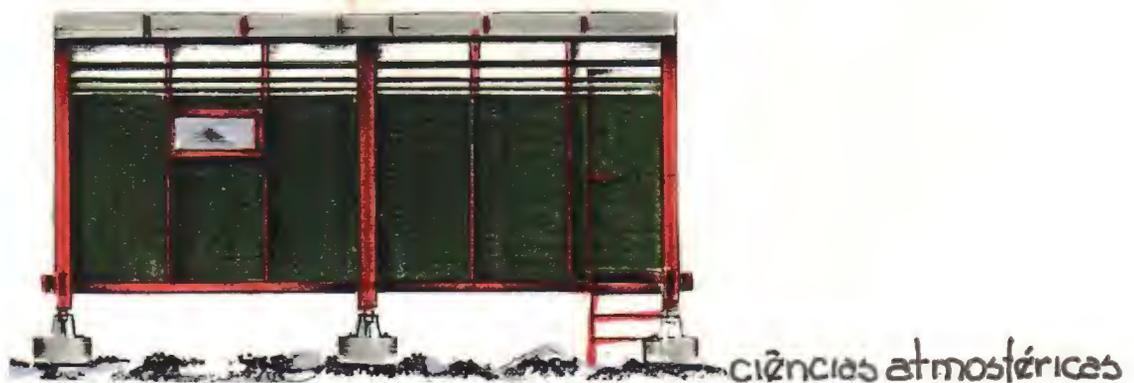


Figura 103 - Proposta Inicial de programação visual para os Laboratórios de Ciências da Terra, Ciências da Vida e Ciências Atmosféricas.

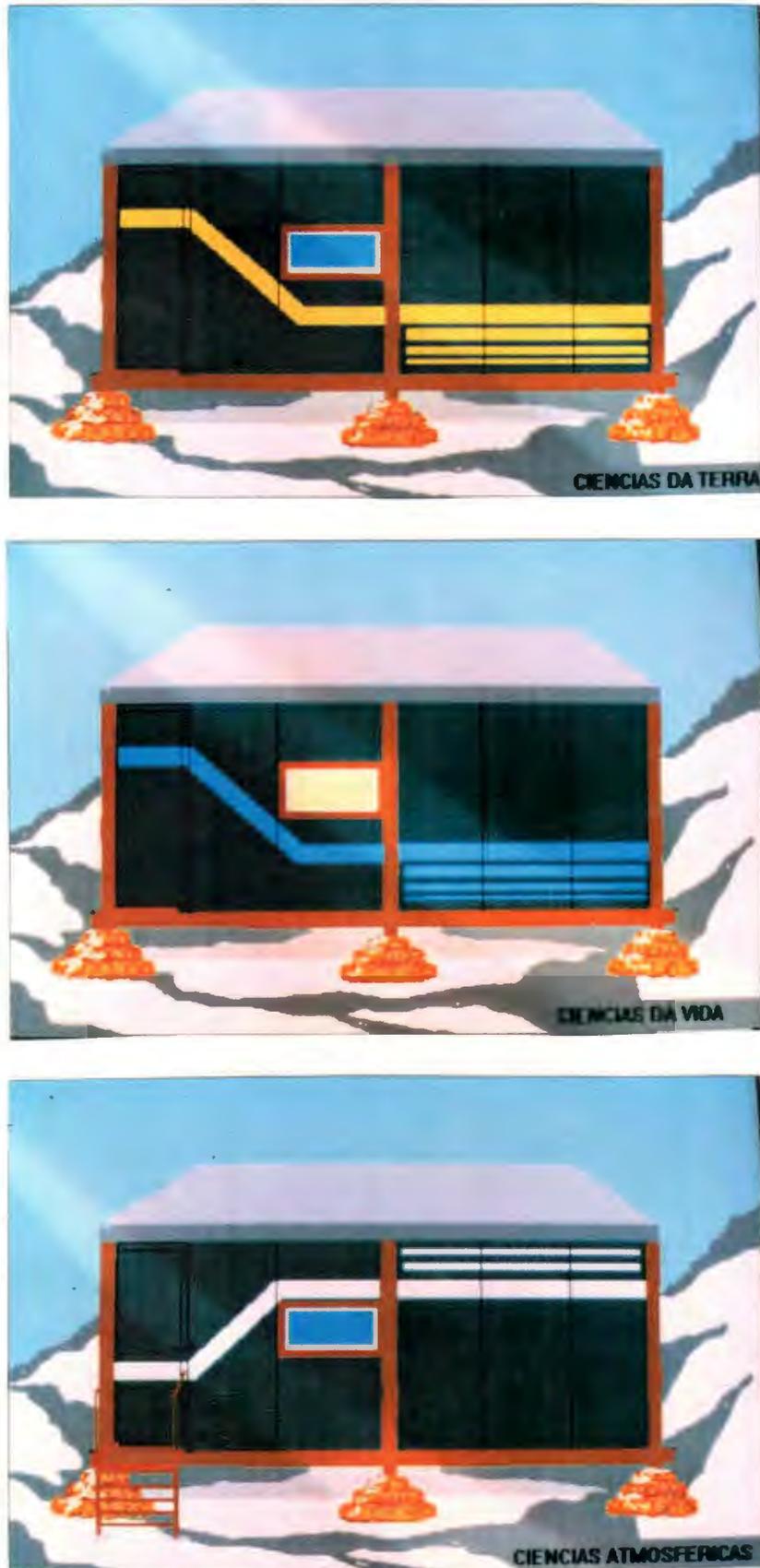


Figura 104 - Proposta final de programação visual para os Laboratórios de Ciências da Terra, Ciências da Vida e Ciências Atmosféricas.

5.7.4.- A questão ambiental

Vivemos uma década de conscientização e questionamentos quanto à preservação do meio ambiente. Desperta-se para uma problemática que se vem acumulando ano após ano trazendo como principal "vilão" a Revolução Industrial. Embora ainda hoje comumente seja associada a palavra indústria à contaminação, novos conceitos e teorias foram sendo inseridos, transformando a indústria num dos muitos agentes geradores de degradação ambiental. O paradoxo Chestertoniano (*What's wrong with the world, 1910*), citado por Lora e Miro (1978), relaciona o aumento do nível de vida em termos infraestruturais à menor qualidade de vida em termos de condicionamento ambiental natural. Como exemplo, coloca o nível de vida de um aglomerado urbano, com suas facilidades de transporte, alimentação, cultura e, conseqüentemente a pior qualidade de vida se relacionado com o meio rural, quase isento de elementos contaminadores.

Segundo o novo Dicionário Aurélio, a ecologia "estuda as relações entre os seres vivos e o meio ou ambiente em que vivem, bem como suas recíprocas influências" (Ferreira, 1994, p. 233). Nas sociedades modernas, o emaranhado de tais relações torna-se altamente complexo: "O desenvolvimento sócio-econômico e tecnológico tende a provocar alterações rápidas e radicais no ambiente e no seu impacto sobre a saúde humana, resultando que o número de agentes potencialmente envolvidos é muito grande e suas inter-relações altamente complexas" (OMS, Evaluation of Environmental Health Programa, 1973 in Estágio, UNISINOS, p. 14).

Destaca-se que muitas bibliografias consultadas aconselham que num estudo sobre impacto ambiental em que estejam inseridos os assentamentos humanos, deve-se considerar uma ameaça ao equilíbrio do ecossistema desde os resíduos de uma fábrica até o ruído de um único carro, bem como os elementos geradores de stresse físico e psíquico.

A Antártica, enquanto mais frio e isolado continente do mundo, mantém quase inalteradas suas características ao longo da história. Em função principalmente das dificuldades logísticas de transporte e vida no Continente, o homem manteve-se relativamente afastado, preservando o que lhe era inatingível. Não se pode esquecer porém que as primeiras viagens ao Continente tinham como objetivo principal a busca de colônias de focas para

aproveitamento das peles ou mesmo a caça indiscriminada à baleia para extração do óleo e algumas partes moles. "(...) Até mesmo aquela fantástica visão do cemitério de baleias serve como advertência contra as tendências e frustrações do homem no seu incontido afã de destruir a natureza" (Bacilla, 1982, p. 26).

Atualmente, com o avanço tecnológico encurtando distâncias e propiciando condições de vida humana na Antártica, surgem os estudos relacionados às consequências da ocupação indiscriminada pelo homem. Ecologia passa a ser então uma área de estudo não mais restrita aos biólogos, ecólogos ou naturalistas; passa a ser de importância fundamental a quase todas as áreas de atividades e com características multidisciplinares. Há uma conscientização e preocupação global quanto à problemática do trinômio ocupação x exploração x preservação.

Conforme já descrito no capítulo 1, os interesses que levaram (e levam) o homem a ocupar a Antártica vão desde o científico ao econômico, político e estratégico. O meio ambiente Antártico, conhecido por sua extrema fragilidade, consequência principalmente de sua pouca diversificação, é motivo de constante polêmica. "Com a cadeia alimentar mais curta conhecida pelo homem, na natureza antártica é muito pequena a variedade de opções no intercâmbio de seus elementos. Por exemplo, o *krill* (*Euphasia superba*), molusco abundante nos mares antárticos, é o elo fundamental entre as formas de vida primária (fitoplâncton), das quais se alimenta, e as superiores (peixes, aves, mamíferos) que dele se alimentam. A redução indiscriminada das reservas desse molusco ameaçaria fatalmente toda a vida no continente e esta é uma possibilidade real se consideramos o *krill*, pelo seu elevado teor de proteínas, é apontado como uma futura fonte de alimentação para a humanidade" (Ribeiro, 1986, p. 9-10).

Os dados referentes às consequências de uma exploração aleatória dos recursos, embora alarmantes, são endossadas pela comunidade científica. Algumas dessas polêmicas - também já exemplificadas no capítulo 1 - servem inclusive como pano de fundo para previsões quanto ao futuro do planeta, fartamente explorado nas várias formas de arte, como no cinema, na literatura e nas histórias em quadrinhos, conforme ilustra a Figura 105.

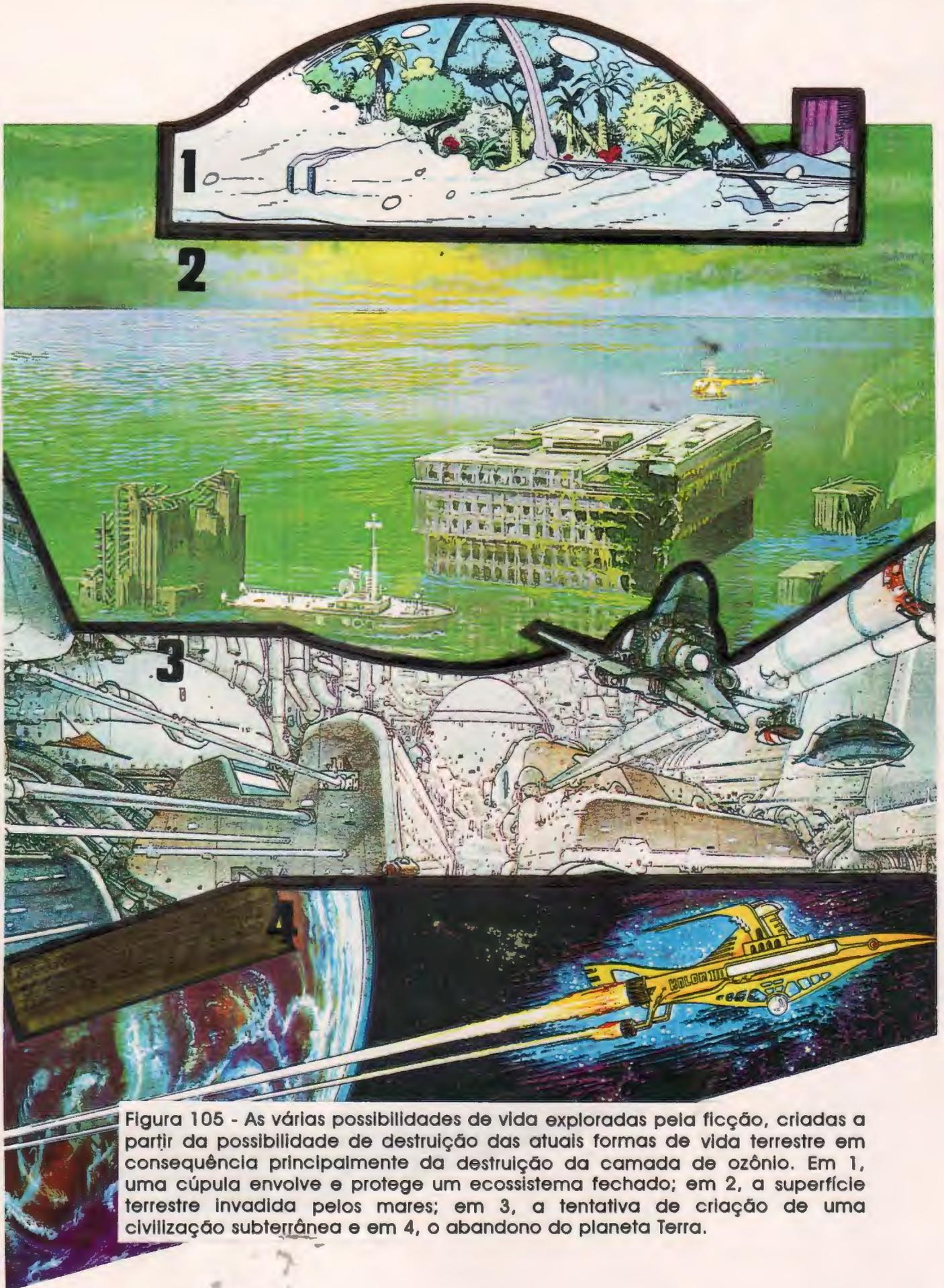


Figura 105 - As várias possibilidades de vida exploradas pela ficção, criadas a partir da possibilidade de destruição das atuais formas de vida terrestre em consequência principalmente da destruição da camada de ozônio. Em 1, uma cúpula envolve e protege um ecossistema fechado; em 2, a superfície terrestre invadida pelos mares; em 3, a tentativa de criação de uma civilização subterrânea e em 4, o abandono do planeta Terra.

Assim, a Terra já foi vislumbrada com uma envoltória protetora dos raios solares, ou mesmo absolutamente submersa em água em função da destruição da camada de ozônio; já se imaginou um mundo subterrâneo e, em último caso, até mesmo o abandono da Terra para buscar o viver em outros planetas... Seja na ficção ou nas simulações computadorizadas, a fragilidade do Continente Antártico não admite dúvidas quanto à necessidade de preocupações adicionais com relação à preservação ambiental.

Até mesmo os defensores da exploração dos recursos naturais são unânimes em concordar com os riscos que essa mesma exploração pode acarretar. "(...) a exploração dos recursos antárticos deve ser feita com extrema cautela a fim de não provocar desequilíbrios biológicos ou de levar a alterações irreversíveis no delicado ambiente antártico" (Coelho, 1982, p. 111). A fim de evitar qualquer tipo de risco, muitos assumem a postura de que enquanto não se tenha tecnologia e estudos que garantam segurança, deve-se manter a Antártica absolutamente intacta, utilizável somente em sua potencialidade de laboratório natural para a ciência. "Assim pois, apesar de todas suas potencialidades, os recursos da Antártica - talvez a última grande reserva virgem - deveriam considerar-se 'bens congelados' até que se negocie uma política ou gestão. Teremos a sabedoria econômica, política e ambiental necessária para conseguir-lo?" (Myers, 1987, p. 80).

O Tratado Antártico⁶⁸ e posteriormente as Convenções forneceram o necessário amparo e fiscalização principalmente relacionado aos riscos que a exploração dos recursos naturais e as experimentações militares poderiam acarretar para o ambiente. Não se pode no entanto endossar a idéia de preservação intocável, como se a saúde do planeta estivesse exclusivamente vinculada à preservação da Antártica⁶⁹. Mesmo considerando a Antártica o coração do planeta, não haverá tratamento possível de ter sucesso se todos os outros órgãos estiverem deficientes...

⁶⁸ As partes consultivas do Tratado Antártico elaboraram um documento cujo principal objetivo é o controle das atividades humanas no Continente. À esse documento denomina-se "Protocolo ao Tratado Antártico sobre Meio Ambiente" ou simplesmente "Protocolo de Madrid".

⁶⁹ O Protocolo para o Tratado Antártico no Art. 3 § 2 afirma que "(a) as atividades na área do Tratado da Antártica deverão ser organizadas e executadas de forma a limitar os impactos negativos sobre o meio ambiente da Antártica e dos ecossistemas dependentes e associados". Ainda no mesmo artigo, no item b, fica claro que procura-se eliminar os efeitos considerados SIGNIFICATIVOS, o que não quer dizer ausência; admite pois algum impacto do homem com relação ao meio. No mesmo artigo, item c, comenta sobre o IMPACTO ACUMULATIVO de determinadas atividades na Antártica, que devem ser analisadas com relação à sua importância.

Observa-se que o "Protocolo ao Tratado Antártico sobre Proteção ao Meio Ambiente" é o documento de maior importância para as atividades na Antártica e seu conteúdo, indiscutivelmente, incentiva o intercâmbio de informações e o gerenciamento racional das atividades, sem a indulgência dos territorialistas nem o fanatismo dos ecologistas. É certo que a presença humana causa algum impacto porém, tal impacto é considerado menor se comparado às importantes revelações que sua presença possibilitam. Destaca-se também que a proibição da permanência do Homem - quando tantos países já possuem atividades no local - ou mesmo a imposição de condições que inviabilizassem sua permanência, poderiam gerar transtornos políticos que certamente recairiam no não cumprimento e na desvalorização do Tratado Antártico.

Não se pode também, vislumbrar a Antártica como uma porção de terra a espera de ser amplamente ocupada. Os ecossistemas Antárticos não teriam como absorver a "vida urbana" de nossos meios tradicionais. É inimaginável a visão de grandes plataformas petrolíferas, embarcações pesqueiras, minas de exploração mineral e toda a consequência urbana de tais atividades. "A Antártica, ao invés de ser um continente civilizável em alta escala, é, na verdade, um continente do qual a civilização depende em alta escala" (Coelho, 1982, p. 209). Portanto, o planejamento dos assentamentos humanos deve seguir a um criterioso estudo relacionado ao impacto ambiental e seu crescimento deve ser dimensionado de forma que a expansão das instalações seja adequada à capacidade de absorção do ambiente e de acordo com a potencialidade tecnológica para solucionar os problemas oriundos desses assentamentos: "los problemas que crea la Técnica, la Técnica los resolverá" (Ortuño in Lora & Miro, 1978, p. 2).

Um dos principais problemas das edificações Antárticas, proporcional ao tamanho e quantidade de seus ocupantes, é o tratamento dado ao lixo e as águas servidas. "É preciso considerar a Antártica, ainda, como o menos poluído dos continentes, a região mais limpa da Terra (...) Mas, num todo a Antártida é muito pobre em decompositores orgânicos. Frutos encontrados na cabana de Scott e em outros refúgios, estavam em condições de consumo anos após. O lixo orgânico perdura por anos e anos" (Coelho, 1982, p. 208). "A Antártida, em certos momentos parece um estranho reino-fantasma. Tudo o que é deixado ali tende a permanecer

inalterado, conservando-se quase que indefinidamente" (Capozoli, 1991, p.80).

O assunto "lixo antártico" é um dos muitos temas explorados nos periódicos, muitas vezes com um exagerado zelo, como costuma acontecer nos meios ligados à preservação ambiental. Fala-se então na "eternização da porcaria" e até mesmo na necessidade de implantação de disciplina punitiva aos homens antárticos: "se não for possível educá-los, que sejam treinados" (Ferlauto, 1991, p.3). Ainda com relação ao aspecto "lixo", o Protocolo ao Tratado Antártico enfatiza a obrigatoriedade de retorno ao país de origem - ou de outro país em conformidade com o Tratado - de todo o lixo produzido, incluindo nesse ítem, a retirada de detritos de sítios onde cessaram as atividades e as instalações encontram-se abandonadas (Figura 106).

O discurso preservação/educação poderia ocupar muitas laudas de qualquer pesquisa ou atividade relacionada à Antártica, não sendo no entanto o ponto focal desta dissertação. Ressalta-se ainda que a Estação Ferraz tem sido citada ao longo de seus onze anos de existência como exemplar do ponto de vista ambiental. "A base do Brasil foi destacada pelo movimento ecológico 'Greenpeace' como exemplar, em razão da preocupação com o equilíbrio ambiental, por parte dos pesquisadores brasileiros" (Collor prepara visita a Antártida. 1991, p.11).



Figura 106 - Restos de uma antiga edificação chilena abandonada nas proximidades da Base Marsh na Ilha Rei George (Foto da autora, 1988).

As medidas ambientalistas adotadas pelo Brasil tiveram inicialmente a motivação política de adesão ao Tratado Antártico. Posteriormente, a partir de um maior conhecimento revelado pelas pesquisas na região, iniciou-se uma nova fase, destacando-se o nome do Comandante José Augusto de Alencar como o grande precursor dos reais ideais preservacionistas. Assim, no verão 1986/87, primeira estadia do Cmte. Alencar na Antártica, os ocupantes da Estação Ferraz vivenciaram experiências atípicas, tais como: implantar um encinerador de lixo; seleccionar, encinerar e tratar todo o lixo acumulado na Estação desde a época de sua abertura (1984); recolher qualquer dejetos encontrado durante as caminhadas e saídas a campo (independente da visita de qualquer autoridade ou do Greenpeace); auxiliar na preservação das edificações pertencentes à antiga Base "G" (Inglês); fumar nos locais apropriados, dentre outros. Observa-se que tais atividades/ações não foram impostas através de normas nem sequer caracterizaram-se por serem discriminatórias aos não participantes. Assim, naquele verão, foram plantadas as primeiras sementes verdadeiras de educação ambiental para os brasileiros na Antártica, que posteriormente renderam frutos tanto para as atividades desenvolvidas na região como também nas ações individuais e coletivas de cada componente da equipe no Brasil. Algumas pequenas brincadeiras de cunho educativo também fizeram parte naquele verão, como por exemplo, a adoção de uma regra onde ficava proibido presentear qualquer membro da equipe - por ocasião de aniversários e/ou festas comemorativas - com objetos confeccionados externamente à região. Muitos foram os "souvenirs" produzidos com madeira das embalagens, pirografados sem muita habilidade e enriquecidos com pequenas pedras antárticas, tornando o presente um importante troféu à seu ganhador.

A Estação Antártica Comandante Ferraz adota o sistema de separação de lixo, sendo o material orgânico queimado nos encineradores especiais enquanto que o restante dos resíduos são embalados e voltam com o Navio, sendo descarregados no primeiro porto de chegada. Para melhor aproveitamento do lixo, os resíduos não orgânicos são separados em latas e derivados e vidros. As latas são compactadas com um equipamento especial - a fim de diminuir de tamanho para o posterior retorno ao navio - e os vidros quebrados, pelo mesmo motivo.

Estudos anteriores demonstram que quanto mais desenvolvida uma nação, maior sua produção de lixo. Nos E.U.A. por exemplo, a média de produção diária de resíduos domésticos já supera a cifra de 3 quilos por habitante. Se considerarmos o resíduo agrícola e industrial, a produção homem/dia ultrapassa os 50 quilos. A relação desenvolvimento & produção de lixo é baseada no aumento do consumismo e na necessidade de constantes trocas por objetos novos. Considerando que na Antártica os produtos, tanto perecíveis como não perecíveis devem ser embalados especialmente, tanto em função do transporte como na conservação dos mesmos, e que o tipo de vida é semelhante às cidades de países desenvolvidos em relação a sofisticação, pode-se adotar a média de tres quilos diários de lixo por pessoa.

As atividades do Brasil na Antártica envolvem o equivalente a 150 pessoas durante o verão austral (novembro a março), distribuídos entre o Navio, Estação Ferraz e Refúgios. O resultado da produção de lixo durante o verão alcançaria o equivalente à 66,15 toneladas, na sua maior parte lixo não orgânico que deve obrigatoriamente ser retirado da Antártica. A cada 15 pessoas a mais no período (10 %), corresponderia a um aumento de 6,15 toneladas de lixo.

O Prof. Henrique Carlos Fensterseifer, mestre em Ecologia e Coordenador do Projeto de Geologia da UNISINOS, elaborou um levantamento do lixo produzido por sua equipe durante o período de 17 de janeiro à 16 de fevereiro de 1990. A equipe constava de seis pessoas (5 homens e 1 mulher) instalados em acampamento na Ilha Greenwich, envolvidos com atividades relacionadas a geologia. Durante o período, somaram-se 18 caixas de 1,0 m X 1,0 m X 0,5 m somente de resíduos sólidos, observando-se que para o improvisado sanitário, foram escavadas fossas. O lixo foi exaustivamente compactado a fim de otimizar o transporte porém, ainda assim o volume obtido foi de 9,0 m³, que foram transportados para o navio através de helicópteros e posteriormente descarregados no porto.

Ressalta-se que para as edificações em madeira, algumas medidas ambientalistas são obrigatoriamente adotadas, conforme já mencionado anteriormente, tais como: 1. na medida do possível, adoção de

materiais ecologicamente corretos, como a madeira, por exemplo⁷⁰; 2. implantação de instalação sanitárias (especialmente nos refúgios) e monitoramento de seu funcionamento, principalmente da fossa séptica; 3. treinamento da equipe de montagem com relação ao recolhimento de resíduos durante e após o término das atividades; 4. escolha dos sítios onde haja a menor interferência possível à fauna e flora local, incluindo neste aspecto o impacto causado na construção e manutenção da edificação; 5. não manuseio de materiais potencialmente poluentes, tais como cloreto de polivinilo (PVC), espuma de poliuretano, espuma de poliestireno, borracha e óleos lubrificantes, madeiras tratadas e outros produtos que contenham aditivos que possam produzir emissões perigosas, caso incinerados; 6. divulgação, principalmente no Brasil, das medidas adotadas com relação às edificações e dos princípios básicos do Tratado Antártico.

A questão do abastecimento energético de uma edificação antártica também é um importante fator a ser considerado, já que normalmente utilizam-se combustíveis derivados de petróleo. Considerando a quantidade e constância dos ventos e a quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície do continente, os estudos para geração de energia a partir de fontes alternativas - como o vento e o sol - parecem ser o caminho mais adequado para o alcance dos objetivos ambientalistas. Alguns estudos nesse sentido foram iniciados por estudantes de várias áreas e diversas instituições, como por exemplo estudantes de biologia, física e arquitetura da UNISINOS e estudantes de biologia e física da USP. Por os experimentos requererem aquisição de material específico - normalmente não disponível nas Universidades - os estudos foram paralizados por absoluta falta de recursos e incentivos no setor. Destaca-se que um protótipo solar caseiro foi levado para a Antártica e os testes iniciais não foram positivos em função do excesso de calor gerado no interior das lâmpadas, ocasionando a explosão da mesma.

Nenhuma dos aspectos de interesse na Antártica - logístico, científico, político ou econômico - podem ficar alheios às consequências ambientais de cada ato, seja no campo físico - como por exemplo a

⁷⁰ Observa-se que atualmente, para a escolha dos materiais construtivos adota-se como princípio básico o caráter de renovação (a madeira é um dos poucos material construtivos tradicionais realmente renovável) e o impacto energético causado para a produção da matéria prima. Considera-se também na escolha, a relação com os aspectos térmicos visto que, durante a utilização da edificação, haverá menor consumo de energia quanto mais eficiente forem os materiais e a técnica adotada.

implantação de novas edificações, seja na elaboração de normas, na exploração econômica e até mesmo nas descobertas que a investigação científica proporciona. Cabe ao "homem antártico" aprender com as lições promovidas pelo passado para evitar erros na Antártica, que com certeza trariam consequências imperdoáveis para a humanidade.

5.7.4.1. O patrimônio cultural da Antártica

A Antártica, por sua inacessibilidade e pela natural ausência de população nativa, se manteve na periferia do mundo, não tendo portanto sítios ou monumentos que pudessem ser comparados em grandeza com os demais continentes de passado cultural secular e milenar. Contudo, a história do esforço humano na Antártica, desde a última metade do século XVIII faz deste, um local definitivo do conhecimento cultural. O esforço e o sofrimento dos homens que desbravaram o continente Antártico para o mundo devem ser fonte de admiração e inspiração para os povos de várias nações. "Os sítios históricos, estruturas e objetos associados com a história merecem todo o reconhecimento como parte de nossa herança cultural internacional" (Barr, 1990, p.30).

Embora grande ênfase seja dada aos feitos do Continente Antártico, pouco ou nada tem sido feito com relação à proteção do patrimônio cultural. Os restos das estações de pesca da baleia e da caça às focas que marcam o início da ocupação, e os sítios e nomes de lugares associados à grande época das explorações do começo do século XX constituem reflexos da história do comportamento humano na região - e fora dele - sendo urgente o reconhecimento destes enquanto patrimônio cultural internacional. Se por um lado a história da região - recheada de passagens predatórias e do desejo de conquista - tenha má conotação atualmente, tais atividades foram as responsáveis pelo descobrimento do grande continente, sendo por si só motivo para sua manutenção.

As questões sobre sítios históricos tem sido tema de discussões desde o primeiro encontro do Tratado Antártico em 1961. Foi composto, na época, uma lista de "tombamento" de edificações e/ou objetos de interesse

histórico e, em outubro de 1989, 55 sítios históricos e monumentos podiam ser encontrados na lista (Barr, 1990).

A insistência dos países territorialistas em suas reivindicações, alicerçadas em argumentos que incluem a existência e manutenção de edificações na Antártica, provocam desconfiança quando incentivam ações de cunho preservacionistas para os bens culturais. Por isso, a identificação de monumentos históricos deve ser cuidadosamente investigado a fim de discernir entre aqueles realmente significativos do ponto de vista internacional daqueles que reforçam laços históricos nacionalistas.

Quatro refúgios de inverno do período histórico guiaram a criação de um instituto especial: New Zealand's Antarctic Heritage Trust, estabelecido em abril de 1987 (Barr, 1990). Os abrigos foram as bases para as expedições de Borchgrevink, Shackleton e Scott entre 1898 e 1912. Em função de esses abrigos serem indiscutivelmente significativos internacionalmente e em função de eles estarem localizados na área reivindicada pela Nova Zelândia, os esforços nacionais para a manutenção e proteção do patrimônio são um processo natural. Assim, se por um lado a preservação do patrimônio edificado tem servido aos interesses territorialistas, por outro, os interesses territorialistas tem servido para a preservação do patrimônio cultural...

Considerando que todos os países atuantes na Antártica são solidários com os princípios preservacionistas - ao menos publicamente - os bens considerados como de interesse cultural deveriam ser mantidos pela base ou estação geograficamente mais acessível, sem no entanto serem incorporados ao patrimônio individual da nação mantenedora. Assim, a adoção de valores internacionalistas, onde o bem cultural seja considerado desprovido de nacionalidade (ou quem sabe simplesmente pertencente ao patrimônio Antártico?), não isentaria de responsabilidade a base ou estação mais próxima. Nesse sentido, seria o Brasil o guardião da Base "G", apresentada anteriormente nas Figuras 43 e 44.

Para os brasileiros, a Base "G" já se encontra incorporada à sua história e é com preocupação que os periódicos citam suas atuais condições: "A antiga base inglesa, junto à brasileira, é um exemplo disso. Sua biblioteca ensopa a cada verão, quando a água do gelo derretido se infiltra pelas aberturas do teto. No inverno, porém, a biblioteca volta a congelar-se e os

livros continuam na mesma ordem que foram deixados há décadas, desde que a base foi abandonada. Da mesma forma que os livros, também estão os instrumentos científicos, e objetos como lampiões e vasos sanitários. A porta do edifício principal não está fechada a chave, como as velhas bases ou os muitos abrigos construídos no continente. No seu interior, o tempo está guardado, em meio a um odor éstranho que não se sente no exterior, como se tudo tivesse sofrido um lenta e longa fermentação. A biblioteca é um símbolo da exploração científica, a busca de um espaço novo no conhecimento da Natureza” (Capozoli, 1991, p. 80).

O Prof. Rubens Junqueira Villela, em 11 de novembro de 1987 envia correspondência ao Cmte. Antonio José Teixeira, na época subsecretário da CIRM, anexando importante documentação sobre a denominada “Base G” a fim de que fosse iniciado o processo de tombamento da edificação. Ressalta-se que o Prof. Villela participou com o quebra gelo americano “Glacier” da histórica “Operation Deep Freeze 1961”, estando presente por ocasião da desativação da Base “G”, também em 1961.

Em função das implicações políticas que a manutenção da Base “G” poderia acarretar para o Brasil, conforme mencionado no capítulo IV, as tentativas iniciais para a preservação das edificações foram rapidamente desestimuladas, ficando as mesmas à mercê das intempéries e da lenta evolução dos princípios que deverão nortear o patrimônio ambiental na Antártica⁷¹.

⁷¹ O Protocolo do Tratado Antártico inclui nas áreas especialmente protegidas locais de reconhecido valor histórico/cultural, obrigando sua localização nos mapas e cartas. Sendo um sítio designado como de monumento histórico, o mesmo não pode ser danificado, removido ou destruído. O Protocolo no entanto não delega responsabilidades nem discute a questão da propriedade.

Capítulo 6

COMENTÁRIOS FINAIS

Para compreender a Arquitetura na Antártica é necessário primeiramente avaliar a bagagem trazida pelo Homem, tanto no aspecto tecnológico como cultural e político. Não há matéria prima disponível, nem tradições a serem preservadas, nem um passado de erros e acertos a ser utilizado... Para o Arquiteto Antártico, seu instrumental básico é oriundo de seu país de origem e a Arquitetura é aquela que pode ser transportada em sua bagagem.

Dissertar sobre Arquitetura na Antártica significa compreender ser essa uma produção atípica, de rara bibliografia e escasso intercâmbio de informações. Priorizar aspectos a serem considerados é a difícil arte de recortar o objeto. Quanta informação foi abandonada e quanto de conhecimento ainda é necessário...

Quando em visita às bases e estações, o intercâmbio de informações é facilmente obtido, prejudicado somente com a eventual dificuldade de comunicação em idiomas não convencionais, como para os brasileiros, o caso do chinês, russo e polonês. Tal problema no entanto é facilmente contornado com a adoção da chamada "linguagem Antártica", em que se misturam a mímica e vários idiomas comuns, principalmente o inglês e o espanhol. No entanto, quando a busca de informações é a partir do Brasil, através de instituições de pesquisas ou organismos responsáveis pelas edificações Antárticas, o esperado intercâmbio é lento e inadequado, esbarrando em burocracias e imposições diplomáticas. Geralmente as empresas privadas interessadas na divulgação de seus produtos e processos são as mais rápidas nas respostas aos questionamentos, sabendo-se no entanto que suas respostas serão comerciais e nem sempre correspondentes à realidade.

Phil Incoll, em um dos raríssimos trabalhos produzidos sobre Arquitetura na Antártica, alerta que as teorias de arquitetura utilizadas mundialmente podem não ser convenientes para o ambiente Antártico, principalmente nos aspectos relacionados a sociabilidade e conforto (Incoll, 1990, p.1). Também no aspecto de preservação ambiental, Incoll afirma sobre a grande importância dada aos estudos de impacto causado pelas edificações na Antártica, enquanto nenhum estudo é formalizado para estudar o impacto que a Antártica produz na "fauna humana", lembrando que os estudos desenvolvidos na região poderão auxiliar futuramente no planejamento de estações orbitais, edificações lunares e mesmo construções em outros planetas. Algumas estações americanas próximas ao pólo sul já utilizam suas edificações para treinamento de astronautas, confirmando a teoria de Phill Incoll quanto à semelhança das condições de isolamento na Antártica em relação às verificadas nas viagens espaciais.

A carência de material bibliográfico faz com que estudar Arquitetura na Antártica dependa, essencialmente, de viagens à Antártica. É preciso saber enxergar o que merece ser visto, tendo-se em mente que a possibilidade de retorno é improvável. São as visitas às instalações de outros países, na observação dos acertos e erros, que temos a melhor aula sobre Arquitetura na Antártica. A receptividade dos anfitriões e a disponibilidade de contribuição fazem com que o necessário intercâmbio ocorra com sucesso, contribuindo para a adaptação das soluções adotadas à realidade político e econômica nacional.

Reduzir a abrangência dos estudos e concentrar-se nas edificações em madeira implantadas pelo Brasil na Antártica, significa também deparar-se com dificuldades metodológicas, como por exemplo a impossibilidade de efetuar observações e medidas periódicas nas edificações a fim de serem avaliados os desempenhos. Ressalta-se que as inconstâncias econômicas e políticas do PROANTAR impediram tais observações, induzindo à repetição de erros e perda na qualidade das edificações. Observa-se que após o acidente com o Laboratório de Ciências Atmosféricas, o incentivo até então dado ao trabalho foi suspenso, sendo todas as pesquisas a seguir efetuadas sem qualquer auxílio seja ele de materiais, equipamentos, recursos, viabilização de viagens, etc.

Conforme Figura 05 - Recorte do objeto, as questões técnicas a serem consideradas como de interferência na produção das edificações em madeira na Antártica são: logística, conforto, segurança e ambiental. Baseado nesses aspectos e nas avaliações efetuadas ao longo desta dissertação, pode-se resumir os resultados nos aspectos gerais, conforme quadro 02.

Quadro 2 - Resumo das avaliações para as edificações em madeira implantadas pelo Brasil na Antártica.

	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
LOGÍSTICA	<ul style="list-style-type: none"> •Adequação aos meios de transporte disponíveis; •Adequação à mão de obra disponível (não especializada); •Rapidez na montagem; •Fácil manutenção; •Facilidade para desmonte e remonte; •Necessidade de instrumental básico de marcenaria para a confecção. 	<ul style="list-style-type: none"> •Distância entre o local de manufatura (Brasília - DF) e de embarque (Rio Grande - RS);
CONFORTO	<ul style="list-style-type: none"> •Ergonômico: eficiente em todas as edificações; •Higrotérmico: eficiente somente no Refúgio Emílio Goeldi; •Psicológico: eficiente nas edificações não expostas a fortes ventos, tanto pelos materiais construtivos adotados como pelas medidas adotadas para minimizar a sensação de clausura. 	<ul style="list-style-type: none"> •Ineficiência nas juntas, tanto dos painéis como das esquadrias de portas e janelas, principalmente das edificações com L= 1,22; •Psicológico: ineficiente com relação à trepidação, principalmente no Laboratório de Meteorologia em função da grande exposição ventos.
SEGURANÇA	<ul style="list-style-type: none"> •Adequado do ponto de vista estrutural. 	<ul style="list-style-type: none"> •Alto risco de incêndio; •Trepidação frente à fortes ventos.
AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> •Facilidade de adaptação à topografia; •Possibilidade de melhor escolha para o local de implantação em função da facilidade de transporte para locais de difícil acesso; •Adequação das instalações sanitárias às recomendações do Tratado Antártico e posteriormente do Protocolo de Madrid; •A implantação da edificação exige o mínimo de manuseio de materiais considerados poluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> •Geração de grande quantidade de lixo para a implantação; •Necessidade de grande demanda energética para propiciar conforto nas edificações condicionadas artificialmente; •Não utilização de madeira de reflorestamento.

A partir do desenvolvimento da técnica construtiva em madeira, novos trabalhos surgiram para utilização dentro do território nacional. Assim, obedecendo aos mesmos princípios ambientais, à condições extremas de temperatura (agora para o calor), isolamento e transporte, a técnica adotada foi sendo aprimorada, estando em constante evolução, otimizando o tempo de montagem, as condições de conforto, a flexibilidade e o custo final.

As pesquisas desenvolvidas objetivando a implantação de edificações de cunho científico em áreas de difícil acesso, tem se tornado uma especialidade relacionada ao uso da madeira na construção civil. A adaptabilidade desse material no que diz respeito aos principais condicionantes para os projetos e os resultados verificados nas edificações já implantadas incentivam a continuidade nos estudos e o aprimoramento das soluções, buscando-se a ampliação do uso e a otimização do projeto. (Alvarez e Melo, 1995).

As solicitações de projetos especiais tem possibilitado o desenvolvimento de soluções para implantação em locais climaticamente opostos, viabilizando inclusive as pesquisas relacionadas aos estudos higrotérmicos e a flexibilidade da técnica construtiva adotada. Assim, em outubro de 1992, foi implantado a edificação denominada "Rebio Rocas", com excelentes resultados tanto nos aspectos técnicos contrutivos como no conforto alcançado. Posteriormente, durante 1994/1995 foram desenvolvidos os estudos relacionados à Base Científica TAMAR - Ilha da Trindade, agora com a adoção de madeira de reflorestamento (*E. grandis*) em sua composição básica (Alvarez, Yoschimoto e Melo, 1995).

O estudo de uma temática nova sempre causa estranhamento e polêmica. Em 1984, quando foram iniciadas as pesquisas sobre Arquitetura na Antártica, costumava-se ouvir com frequência a piada de que a principal função do arquiteto seria levar "Q-suco" para fazer iglus coloridos... Ultrapassamos o período das piadas mas muitas são ainda as dificuldades para o estabelecimento de metodologias de estudo e instrumentações que possibilitem a execução das linhas de pesquisa estabelecidas. Os entraves políticos e burocráticos, a escassez de verbas para aquisição de equipamentos e desenvolvimento das pesquisas, a dificuldade no intercâmbio de informações com instituições de dentro e fora do Brasil são algumas das muitas dificuldades verificadas para a continuidade desse trabalho e que,

provavelmente, coincidem com as dificuldades verificadas pela grande maioria de profissionais que exercem atividades vinculadas a pesquisa no Brasil.

Com os conhecimentos adquiridos na Antártica, no Atol das Rocas e na Ilha da Trindade, está sendo possível o desenvolvimento de três modelos básicos de edificação para implantação em áreas de interesse ambiental, sejam eles parques e/ou reservas administradas pelo IBAMA. Tais edificações deverão ser instaladas em locais de difícil acesso, sem energia e devem causar o mínimo de impacto ambiental sem contudo deixar de oferecer condições de conforto aos seus usuários. Assim, o aprendizado proporcionado com os estudos para a Arquitetura na Antártica transformam-se no alicerce de uma nova Arquitetura, onde Homem e Natureza devem ocupar, juntos, o patamar inicial na escala de prioridades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACORDO proíbe exploração da Antártica até 2041. A Folha de São Paulo, São Paulo, 30 de abril de 1991. Mundo, p.4.
- AKUTSU, Maria. Recursos para previsão do desempenho térmico de uma edificação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NAS EDIFICAÇÕES, USP - SP, 1989. Anais. SP, Escola Politécnica da USP - SP, 1989. 109 - 125.
- AKUTSU, Maria; SATO, Neide M. N. & PEDROSO, Nelson. G. Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares: manual de procedimentos para avaliação. São Paulo, IPT - Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1987. (Publ. IPT 1732)
- AKUTSU, Maria; VITTORINO, Fulvio. Tratamento de dados climáticos para a avaliação do desempenho térmico de edificações: manual de procedimentos para avaliação. São Paulo, IPT. 1988. (Relatório interno IPT)
- AKUTSU, Maria; VITTORINO, Fulvio; KANACIRO, Cristina. Tratamento estatístico de dados climáticos para a definição dos períodos de verão e inverno. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2., Florianópolis, 1993. Anais. Florianópolis, ANTAC, ABERGO, SOBRAC, 1993. p. 185-191.
- ALMEIDA, Vagner. Mundo branco. Super Interessante. Ed. Abril, São Paulo, 2(10), 18-29, outubro, 1988.
- ALVAREZ, Cristina Engel de & MELO, Julio Eustáquio de. Refúgio Antártico in: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 3, São Carlos, SP, julho 1989. Anais. São Carlos, SP, LaMEM/EESC/USP. 1989.
- ALVAREZ, Cristina Engel de, MELO, Julio Eustáquio de. Edificações Antárticas: módulos em madeira. In: Encontro Nacional da Construção, 4, Belém, PA, 1993. Anais. Belém, PA, 1993. (no prelo)
- ALVAREZ, Cristina Engel de, TEIXEIRA, Divino Eterno & MELO, Julio Eustáquio de. Resistência ao cisalhamento de peças de madeira coladas expostas à baixas temperaturas. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 4, São Carlos, SP, 1992. Anais. São Carlos, SP, LaMEM/EESC/USP, 1992. p. 81-89.
- ALVAREZ, Cristina Engel de, YOSHIMOTO, Mitsuo, MELO, Julio Eustáquio de. Projeto Ilha da Trindade: ênfase na questão higrotérmica. In: encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 3, Gramado, RS, 1995. Anais. Porto Alegre, ANTAC, 1995, p. 239-244.
- ALVAREZ, Cristina Engel de. Antártica: origem de uma nova arquitetura. São Leopoldo: UNISINOS, 1986 (Trabalho de conclusão do curso de Arquitetura)
- ALVAREZ, Cristina Engel de. Relatório de viagem: atividades e resultados. Brasília: UNISINOS/CIRM, dez 1987. (Relatório Interno).
- ALVAREZ, Cristina Engel de. Relatório de viagem: atividades e resultados. Brasília: UNISINOS/CIRM, jan 1989. (Relatório Interno).
- ALVAREZ, Cristina Engel de. Relatório de viagem: atividades e resultados. Brasília: UNISINOS/CIRM, dez 1989. (Relatório Interno).
- ALVAREZ, Cristina Engel de; VITTORINO, Fulvio. Projeto e execução do módulo Rebio Rocas (Atol das Rocas) sob enfoque do desempenho térmico. In:

- Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2, Florianópolis, 1993. Anais. Florianópolis, ANTAC, ABERGO, SOBRAC, 1993. p. 61-67.
- ALVAREZ, Cristina Engel de; VITTORINO, Fulvio Comportamento térmico de módulos em madeira implantados pelo Brasil na Antártica. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2., Florianópolis, 1993. Anais. Florianópolis, ANTAC, ABERGO, SOBRAC, 1993. p. 51-60
- ALVES, Marcio Moreira. Brasileiros vivem sobre gelo de 100 mil anos. O Estado de São Paulo, São Paulo, 8 de junho de 1992. Cidades/Geral, p. 10.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard method of test for strength properties of adhesive bonds in shear by compression loading. D 905-49 (reapproved 1970). ASTM, part 16, p. 251-254.
- AMORIM, Anália Maria M. C. Habitar a Antártica. São Carlos, SP: EESC-USP, 1993. (Dissertação de Mestrado)
- ARAÚJO, Fernando S. N. & CUGLOVICI, Roy. Antartic shelters new architecture. Brasília, Brasil: Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, 1986. (Edição especial).
- ARAÚJO, Fernando S. N. & CUGLOVICI, Roy. Comandante Ferraz Antarctic Station - the pioneer use of container modulus in construction in the South Shetlands Islands. Brasília: SECIRM, 1984.
- AZEREDO, Mauro Mendes. A política antártica brasileira. Revista Brasileira de Tecnologia, MCT-CNPq, 19(5):32-37, maio 1988.
- BACILA, Metry. Cartas da Antártica. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 1985.
- BARR, Susan. Antarctica's cultural heritage. Can Icomos help? Icomos Information Paris, 2 - 1990: 30-36, abril/junho 1990.
- BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Standard U-values, Garston, BRE, 1975. (BRE-Digest, 108).
- CAPOZOLI, Ulisses. Antártica, a última Terra. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1991.
- CAPOZOLI, Ulisses. Antártida. Base de lançamento para o futuro. Revista Brasileira de Tecnologia, MCT-CNPq, 19(5):29-31, maio 1988.
- CARDOSO, Mirian Limoeiro. O mito do método. Rio de Janeiro: CCS-PUC, 1971. (Dissertação de Mestrado)
- CARVALHO, Benjamin. Ecologia e Arquitetura: Ecoarquitetura: onde e como vive o homem. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1984.
- CASTRO, Terezinha de. Rumo à Antártica. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, s.d.
- CHILD, Jack. Antarctica and South American Geopolitics. New York: Greenwood Press, 1988.
- COELHO, Aristides Pinto. Nos confins dos tres mares...A Antártida. Rio de Janeiro: Letras em Marcha Ltda., 1982.
- COLLOR prepara visita à Antártida. Zero Hora, Porto Alegre, 10 de fevereiro de 1991. Mundo, p. 11.
- D'AMARO, Paulo. No último front gelado. Super Interessante. Ed. Abril, 7(4), 34-39, abril, 1993.

- DUARTE, Mauro. A pesquisa nunca termina, Rua Grande São Leopoldo, s.n., 4-7, 17 de março de 1989.
- DURAN, Cristina. Brasileira tem pesquisa sobre sociedades artificiais. O Estado de São Paulo, São Paulo, 20 de janeiro de 1991. Comportamento, p. 10.
- FERLAUTO, Dedé. Antártica. A virgindade questionada. Sobrevivência 2 São Paulo, maio-junho 1991, p.3.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda, Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. 2a. ed. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1986.
- FORTES, Leandro. Corte de verbas ameaça Programa Antártico. Zero Hora, Porto Alegre, 09 de janeiro de 1994. Geral, p. 36.
- GARCIA, Hamílcar de e NASCENTES, Antenor. Dicionário Contemporâneo da Língua Portuguesa Caldas Aulete. 3a. ed. Rio de Janeiro, ed. Delta. 1974 - 5 volumes
- GRANER, E. A. Estatística. 2a. ed. São Paulo, SP. Edições Melhoramentos, 1966.
- GROTTA, Daniel, GROTTA, Sally. Antarctica. Whose continent is it anyway? Popular Science, USA, 240(1):62-67, janeiro de 1992.
- HALL, Edward T., A dimensão oculta. Rio de Janeiro: Ed. F. Alves, 1989.
- HANSEN, Marco Antonio Fontoura; LINN, Aymara & TROIAN, Fabio. Atividades da 1a. Expedição da Unisinos na Antártica. São Leopoldo: Unisinos, fev./mar. 1982.
- HUFTY, André. Introducción a la climatología. Espanha: Ariel Geografia, 1984.
- INCOLL, Phil. The development of Australian Antarctic Building Types. In: FIRST INTERNATIONAL OFFSHORE AND POLAR ENGINEERING CONFERENCE, 1, Edinburg, United Kingdom, 11-16 august 1991. Anais, Australian Construction Services, 1991. p. 434-442.
- INCOLL, Phil. The influence of architectural theory on the design of Australian Antarctic Stations. Melbourne, Australia: Australian Construction Services. July 1990.
- KLINK, Amyr. Paratití. Entre dois pólos. São Paulo: Cia das Letras, 1992.
- KUSUDA, T. NBSLD. The computer program for heating and cooling loads in buildings. Washington, DC., U.S. Dep. of Commerce. Elliot L. Richardson, 1976. (Building Science Series 69)
- LAKATOS, Eva M., MARCONI, Marina de A. Metodologia científica. São Paulo: Ed. Atlas SA, 1987.
- LAMPERT, Ivan. Afinal, Antártida ou Antártica? Enfoque, São Leopoldo 8(15): p. 03 novembro 1991.
- LANSING, Alfred. A incrível viagem de Schackleton: a saga do Endurance. Rio de Janeiro: José Olympio Editora. Coleção Ventos e Aventuras, 1989.
- LEWITT, Jon. Mergulhando nas águas geladas da Antártida. Super Interessante. Ed. Abril, São Paulo, 5(8), 20-27, agosto 1991.
- LORA, Frederico; MIRO Juan. Técnicas de defensa del medio ambiente. Barcelona: Ed. Labor, 1978, 1º e 2º vol.
- MANDIM, Ana Maria. Acordo engloba 40 países. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 21 de junho de 1992. Ecologia, p. 21.

- MANUAL do pesquisador. 4a. ed. Programa Antártico, Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, Brasília, 1987
- MARQUES, Geraldo. Nossos homens na Antártida Ícaro, São Paulo, s.v. (26): p. 32-49, 1994.
- MATZENBACHER, Luiz Oscar. Antártida. Aventura e Realidade no Continente Ameaçado. Coleção Universidade Livre, São Paulo: L&PM Editores, 1986.
- MATZENBACHER, Luiz Oscar. Socióloga faz pesquisa na Antártida Zero Hora, Porto Alegre, 10 de agosto de 1986. Geral, p. 36.
- MOCELLIN, Jane S. P, VILLELA, Rubens J., RIBAS JR., Fausto C. Antártida: o sexto continente. Olivetti do Brasil. s.l., 1982. 77p.
- MYERS, N. El Atlas Gaia de la gestion del planeta. Londres: H. Blume Ediciones, 1987.
- NERY, Marina. Antártica: a fronteira do futuro. Manchete Rio de Janeiro, Bloch Editores 40(2.045):36-44, 22 de junho de 1991.
- ODENWALD, Michael. Mudança de clima. Scala, Alemanha, D 20012 F:18-23, 07 de dezembro de 1990.
- OMS, Evaluation of Environmental Health Programa, 1973 In Estágio.UNISINOS, p. 14, março 1990.
- ORVIG, S. Climate of the Polar Regions. Elsevier Publ. Co., 1970.
- OS COLONIZADORES da Antártida. Revista Geográfica Universal, Bloch editores, 89:83-95, abril de 1982.
- PALO Jr., Haroldo. Antártida, expedições brasileiras. Rio de Janeiro: Cor/Ação Editora Ltda., 1989.
- PARFIT, Michael. Reclaiming a Lost Antarctic Base. National Geographic, Washington, National Geographic Society, 183(3): 110-126, março, 1993.
- PEDROSO, Nelson G. et alii. Apresentação de metodologia de constituição e consulta dos arquivos de dados climáticos no IPT/DCC (ACSC). São Paulo: IPT, 1991 (Relatório Interno 29.559).
- PEREIRA, Enio Bueno, KIRCHOFF, Volker M. J. H. O INPE na Antártica. São José dos Campos, SP: Transtec Editorial, 1992
- PIGNATARI, Décio. Informação, linguagem, comunicação. São Paulo: Ed. Cutrix, 2a. ed., 1965.
- PINGÜINS Gigantes. Correio Braziliense, Brasília, 24 de dezembro de 1993, Meio ambiente, p. 12
- PORTER, Eliot. Antarctica. New York: Arch Cape Press, 1988.
- PRATES, Alcides G. R. Normas de conduta para cientistas na Antártica destinadas à proteção do Meio Ambiente e à garantia da continuidade de projetos científicos Antárticos. Informativo CIRM. Brasília, 3(3), p. 4-5, julho/setembro de 1988.
- RECH, Marcelo. Brasil aprende a enfrentar a Antártida Zero Hora, Porto Alegre, 20 de dezembro de 1992. Geral, p. 50-51.
- RIBEIRO, Carlos. IV Expedição: O Brasil na Antártica. Revista Geográfica Universal, Bloch editores, 139:07-19, junho de 1986.

- ROCHA CAMPOS, Antonio Carlos. O Brasil já ocupa posição de destaque na pesquisa antártica. Engenho e Tecnologia São Paulo, 31: 15-16, agosto de 1989.
- SCHUCH, Luiz Alexandre. Operação Antártica X: uma experiência vivenciada. Santa Maria, RS; São José dos Campos: Universidade Federal de Santa Maria e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1994.
- SOUZA, Jorge de. Antártida: o último continente. Os caminhos da Terra. Ed. Abril, São Paulo, 4(4), 36-53, abril, 1995.
- SOUZA, Mario R. de & SIQUEIRA, Mario J. Determinação da resistência da madeira em baixa temperatura in: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2, São Carlos, SP, julho 1986. Anais. São Carlos, SP, LaMEM/EESC/USP. 1989.
- STIGGER, Paulo. Gaúchos pesquisam efeito estufa na Antártica. Zero Hora. Porto Alegre, 7 de dezembro de 1993. Geral, p. 44.
- STRAHLER, A. N. Geografia física. 2ª ed. Barcelona: Omega, 1977.
- TURCATO, Márcia. Maratona no gelo. Revista Isto É, São Paulo, 582:54-60, 17 de fevereiro de 1988.
- VIERS, George. Climatologia. Barcelona, 2a ed. Espanha: Oikos-Tau ediciones. 1981.
- VILLELA, Rubens Junqueira. Viagem no tempo da Antártica. Ciência Hoje, SBPC, 4(24):42-55, maio/junho 1986.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL CONSULTADA

- ALVAREZ, Cristina Engel de. Residência de Verão - Antártica. Téchne. São Paulo, 1(4): p. 24-28, mai/jun 1993.
- ATIVIDADES da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. O Brasil na antártica. Informativo CIRM. Brasília, 3(1), p. 4-5, janeiro/março de 1988.
- AZAMBUJA, Péricles. Antártida. história e geopolítica. Porto Alegre, RS: Ed. Corag, s.d.
- BECKER, Fernando; FARINA, Sérgio; SCHEID, Urbano. Apresentação de trabalhos escolares. 10a. ed. Porto Alegre, RS: Ed. Prodil, 1989.
- BIBLIOTECA ATRIUM DE LA CONSTRUCCION. Proyectos de obras singulares. Barcelona: Ed. Atrium, sd. vol. IV.
- BLESSMAN, Joaquim. Acidentes causados pelo vento. Porto Alegre: UFRGS. 1.986.
- BLESSMAN, Joaquim. Aerodinâmica das construções. Porto Alegre: UFRGS e CNPq. 1.983.
- BRASIL. Presidência Da República. Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável; Brasília: CIMA, 1991.
- CANTER, David & SRINGER, Peter. Interaccion ambiental: aproximaciones psicológicas a nuestros entornos físicos. Madrid: Instituto de Estudios de Administracion Local, 1978.
- CAROPRESO, Álvaro. Brasil quer novo navio para explorar Antártida O Estado de São Paulo, São Paulo, 3 de janeiro de 1993. Geral, p. 12.
- CARVALHO, Jairo Jesus Macilha. Reações cardiovasculares ao frio na Antártica. In: Simpósio Nacional do Programa Antártico, 1, São Paulo, 1984. Anais. São Paulo, DIDC-IOUSP, 1984, p. 33-34.
- CASSINELO PEREZ, Fernando. Construccion. Capinteria. Madrid: Ed. Rueda, 1973.
- CHARRETT, D. E., INCOLL, P. H., KOZLOVSKY, N. Modular buildings for Antarctica. Melbourne: First National Structural Engineering. 1987. (Apostila)
- CHICHIERCHIO, Luiz Carlos. Desempenho térmico das construções. São Paulo: FAUUSP, 1981. (Dissertação de Mestrado)
- CLARO, Marcelo dos Passos. Antártida viagem ao sonho de Amyr Revista Náutica Rio de Janeiro s.v.(32):18-34, s.d.
- CORONA, Eduardo, LEMOS, Carlos A. C. Dicionário de Arquitetura brasileira. São Paulo: Edart, 1932.
- COSTA, Enio Cruz da. Física aplicada à construção - conforto térmico. Porto Alegre: Ed. Edgar Blücher Ltda./UFRGS. 1974.
- COSTA, Enio Cruz. da. Arquitetura ecológica - condicionamento térmico natural. São Paulo: Ed. Edgar Blücher Ltda., 1982.
- CROISSET, Maurice. L'hygrothermique dan's le bâtiment - confort thermique D'Hiver D'Été Condensations. Paris: Editions Eyrolles, 1968.

- D'AMARO, PAULO. Dez anos no gelo. Super Interessante. Ed. Abril, São Paulo, 7(3), 38-45, abril, 1993.
- D'AMARO, PAULO. No último front gelado. Super Interessante. Ed. Abril, 7(4), 34-39, abril, 1993.
- DENT, Roger N. Arquitectura Neumática. Barcelona: Ed. Blumr, 1975.
- DÉRIBÉRE, Maurice. El color en las actividades humanas. Madrid: Ed. Tecnos S.A., 1964.
- DILLENSEGER, J. P. Eléments d'architecture biologique. s.l.:Editions Dangles-Saint-Jean-de-Braye. 1986
- DÚTMANN, Martina et. alii. El color en la Arquitectura. Barcelona: Ed. Gustavo Gili S.A., 1982.
- ECKBO, G. Urban landscape design. New York: McGraw-Hill., 1964.
- ETARO, Yamane; SAITO, Heizo. Tecnologia do condicionamento de ar. Rio de Janeiro: Ed. Edgar Blucher Ltda. 1986.
- ESFORÇO internacional salva pesquisador brasileiro na Antártida Zero Hora, Porto Alegre, 27 de dezembro de 1988. Geral, p. 44.
- FERNANDEZ-GALIANO, Luiz La casa passiva. clima y ahorro energético. Espanha: Herman Blume, 1984.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook: wood an engineering Material. Washington, D. C.: USDA-FS-FPL, 1.974 (Agriculture Handbook, 72)
- FROTA, Anésia. Barros, SCHIFFER, Sueli R. Manual de conforto térmico. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1988.
- GAMA, Rui. A tecnologia e o trabalho na história. São Paulo: Nobel/EPUSP, 1986.
- GERHARDS, C. C. Effect of moisture content and temperature on mechanical properties of wood and analysis of immediate effects. Madison: University of Wiscosin, 1980.
- GIORDANO, G. La madera na tecnica delle costruzion in legno. Milão, Itália: Ulrico Hoelpi. s.d.
- GIVONI, B. Man climate and architecture. London: Appley Science Pub Ltda. 1976.
- GREENPEACE EXPEDITION REPORT - 1989/90. Amsterdam, Greenpeace International, s/d.
- GUATTARI, Felix. As três ecologias. 3a. ed. São Paulo: Palrus, 1991.
- GUIMARÃES, G. D. Análise energética na construção de habitações. Rio de Janeiro: UFRJ, 1985 (Dissertação de Mestrado)
- HESSEN J. Teoria do Conhecimento. Coimbra: Ed. Martins Fontes, 1976.
- HOYLE, R. J. Wood techology in the design of strutures. Pullman, Washington: Washington State University, 1.971.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF. Potencial Madeireiro do Grande Carajás. Brasília: IBDF, 1983.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. Moderate thermal environments - dêtermination of PMV and PPV indices and specification of conditions for thermal comfort. 1984. (ISO 7730/84)

- IUCN - UNIÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DOS RECURSOS NATURAIS, Estratégia mundial para a conservação. São Paulo: CESP, 1984.
- IUCN 1991. A strategy for Antarctic conservation. Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 1991.
- JONES, W.P. Engenharia de ar condicionado. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1983.
- KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEN, A. E.; SZOKOLAY, S. V. Manual of tropical housing and building. Part I. Climatic design. London: Longman, 1.973.
- KUHN, T. S. A estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1975.
- LEPAGE, Ennio Silva et alii. Manual de preservação de madeiras. São Paulo: IPT, 1989.
- MAINERI, Calvino, CHIMELO, João Perez. Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo: IPT, 1989. (vol I e II)
- Mc HARD, I. L. Design with nature. New York: Natural History Press, 1971.
- MENARD, Paul. Ingenieria Y construcciones. Santiago, Chile: Paul Menard Ltda., 1983.
- MORAIS, Régis. Filosofia da ciência e de tecnologia. 5a. ed. Campinas, SP: Ed. Papirus, 1988.
- MOREIRA, Luis Carlos Lopes. A Antártica brasileira: sonho ou realidade. s.l.: FEPLAN, s.d.
- NATIONAL ANTARCTIC RESEARCH PROGRAMME. The Italian base Terra Nova Bay. Italy: Minister for the Coordination Research, sd.
- ODUM, Eugene P. Ecologia. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1988.
- OPERAÇÃO Antártica VII. Informativo CIRM. Brasília, 4(1), p. 1, janeiro/março de 1989.
- PANZARINI, Rodolfo. La naturaleza del Antártico. Buenos Aires: Victor Leru Editorial, 1958.
- PARKER, Bruce C. Conservation problems in Antarctica. Virginia: Allen Press Inc., 1972.
- PAYNE, R. J. Plywood constructions manual. 2a. ed. Vancouver, Canadá: Concil of the Forest Industries of British Columbia, 1.971.
- PEDROSA, Israel, Da cor a cor inexistente. Brasília: Léo Cristiano Editorial Ltda. e Ed. UnB, 5a. ed., 1989.
- PESQUISA ANTÁRTICA BRASILEIRA. vol 1 n.1. Academia Brasileira de Ciências, s.l.: Neo Técnica Editora Ltda, 1989.
- RIVERO, Roberto. Arquitetura e clima. Acondicionamento térmico natural. Porto Alegre: D. C. Luzzato Editores Ltda. 1986.
- RUMNEY, George R. Climatology and the world's climates. Macmillan Company: London. 3a. ed., 1970.
- SATTLER, Miguel A. Caracterização dos fatores e elementos determinantes do clima. 1992. (Apostila - notas de aula)

- SCHÜÜR, Germano Roberto & SELBACH, João Carlos. Ciências do ambiente - Ecologia. São Leopoldo: UNISINOS, 1978.
- SETH, Ronald. Let's visit Antarctica. London: Burke Publishing Company Limited, 1985.
- SIMPÓSIO NACIONAL DO PROGRAMA ANTÁRTICO. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Resumos. São Paulo, 1984.
- TIEZZI, Enzo. Tempos históricos, tempos biológicos: a terra ou a morte: problemas da nova ecologia. São Paulo: Nobel, 1988.
- VARGAS, Milton. Metodologia da pesquisa tecnológica. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1985.
- VARGAS, Milton. O "logos" da técnica. São Paulo: IPT, 1989. (Publicação IPT 1789).
- VARGAS, Milton. O início da pesquisa tecnológica no Brasil. São Paulo: IPT, 1987. (Publicação IPT 1738)
- WHITEHEAD, Alfred North. O Conceito de Natureza. São Paulo: Martins Fontes, 1993.
- WORLD COMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Our commun future. New York: Oxford, 1987.

- Outras Fontes de Consulta

- Dados meteorológicos do subprojeto 9618 "Meteorologia na Estação Antártica Comandante Ferraz", INPE e CNPq.
- IGLOO SATELLITE CABIN. Tasmania (Catálogo)
- LA ESTACION ANTÁRTICA POLACA "HENRIK ARCTOWSKI". Polônia (Catálogo)
- WEATHERHAVEN. Vancouver (Catálogo)
- Antarctic Field Manual. ANARE; Austrália, 1987.

ANEXOS

- I - Projeto básico final das edificações em madeira;
- II - Planilhas de dados estatísticos - ensaio de cola de madeira.

RESISTENCIA DA LINHA DE COLA

1.- Cisalhamento Paralelo as Fibras

CEDRO

R	testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	93.4	121.7	143.0	66.3	54.5	98.5	96.4
02	128.0	107.9	145.7	126.4	97.8	90.9	102.9
03	122.7	114.9	147.0	66.5	119.0	103.2	110.1
04	133.0	125.5	130.8	115.2	101.3	106.3	88.4
05	88.8	105.1	106.4	118.4	111.2	68.6	60.1
06	103.0	112.7	138.5	113.5	106.9	86.4	113.5
07	121.7	102.7	115.4	102.2	97.4	93.4	89.8
08	125.3	100.3	132.3	114.0	107.6	81.9	108.5
09	43.0	125.4	98.6	118.0	91.4	65.6	92.1
10	111.6	116.0	154.5	73.8	121.2	88.5	98.7
11	103.9	119.6	149.8	114.4	101.1	103.8	109.4
12	98.0	50.9	133.6	120.9	125.9	101.5	89.6
13	104.3	115.3	112.4	105.1	95.7	103.1	78.6
14	100.3	97.6	126.9	134.2	123.8	96.2	72.0
15	116.2	121.8	123.8	119.9	99.2	116.1	95.3
16	113.9	129.5	17.2	102.5	72.0	105.2	110.5
17	45.9	111.6	133.4	117.0	116.0	99.1	99.6
18	138.9	88.0	142.3	100.0	105.8	85.1	98.5
19	121.6	117.3	144.4	114.9	105.2	111.9	101.6
20	122.4	113.4	123.5	123.1	78.4	90.6	109.2
SOMA	2135.9	2197.2	2519.5	2166.3	2031.4	1895.9	1924.8
MEDIA	106.8	109.9	126.0	108.3	101.6	94.8	96.2
(SOM)2	240142.6	247079.1	334108.1	241464.7	212303.6	182952.5	188893.0
DESVIO	25.2	17.3	29.7	19.0	17.7	13.0	13.5
C.V. %	23.6	15.8	23.6	17.5	17.5	13.8	14.0
SIGN(t)	-2.53	-3.41	-3.66	-2.22	-2.65	-2.24	-2.68
MEDIA 2	-	113.0	131.7	-	-	-	-
DESVIO 2	-	10.6	15.4	-	-	-	-
C.V. %	-	9.4	11.7	-	-	-	-
SIGN.(t)2	-	-2.35	-2.15	-	-	-	-

Tratamentos T = 07

Nº Corpos de Prova N = 140

Teste de significancia (valor extremo - media)/desvio

- a 5% - nao confere
 - a 1% - nao confere 30 e 60 dias
- 30 e 60 dias com exclusao valor extremo

- a 1% - confere

Media das Medias dos tratamentos

$X = 107,6$

$s = 13,7$

$C.V.\% = 12,7$

$(t) = 1,8$

- confere

RESISTENCIA DA LINHA DE COLA

1.- Cisalhamento Paralelo as Fibras

MOGNO

R	testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	135.5	131.1	146.8	116.6	70.6	161.1	157.8
02	56.5	155.7	123.6	139.6	125.2	108.4	54.4
03	70.8	143.0	143.6	109.6	163.2	129.2	157.5
04	95.0	83.1	157.7	121.9	130.8	146.4	163.0
05	119.8	121.1	164.1	109.3	111.1	145.7	78.7
06	116.7	144.0	146.7	148.0	115.9	111.1	145.2
07	158.3	102.4	166.3	127.5	83.5	68.9	102.3
08	129.4	124.1	130.9	64.4	117.0	132.1	100.3
09	74.5	47.4	84.9	128.4	92.2	152.8	141.6
10	160.0	150.0	151.5	156.0	118.6	144.8	128.6
11	102.8	101.7	141.1	148.6	139.5	109.4	124.9
12	119.6	46.3	171.1	121.9	127.8	120.9	129.7
13	119.2	104.7	163.7	133.1	62.4	55.8	114.4
14	109.5	93.2	110.1	121.4	55.5	90.7	79.8
15	120.0	128.6	107.4	153.5	57.4	39.8	156.6
16	129.9	142.7	146.5	98.3	104.9	126.8	117.6
17	65.9	143.7	137.9	121.9	69.1	157.4	150.4
18	32.3	13.5	123.1	151.2	69.4	144.7	59.1
19	55.8	166.2	63.9	160.5	79.3	142.6	139.4
20	112.3	156.6	166.8	134.6	80.1	120.5	-
SOMA	2083.8	2299.1	2747.7	2566.3	1973.5	2409.1	2301.3
MEDIA	104.2	115.0	137.4	128.3	98.7	120.5	115.1
(SOM)2	239970.5	296833.0	392894.5	339250.9	212767.9	312069.0	299402.2
DESVIO	34.7	41.4	28.5	22.9	30.8	33.9	33.9
C.V. %	33.3	36.0	20.7	17.8	31.2	28.2	28.0
SIGN.(t)	1.56	-2.45	-2.58	-2.79	2.09	-2.38	-1.97

Tratamentos T = 07

Nº Corpos de Prova N = 139

Teste de significancia (valor extremo - media)/desvio

- a 5% - nao confere
- a 1% - confere

Media das Medias dos tratamentos

X = 120,2

s = 13,0

C.V.% = 10,9

(t) = -1,64

RESISTENCIA DA LINHA DE COLA

2.- Falha da Madeira (%)

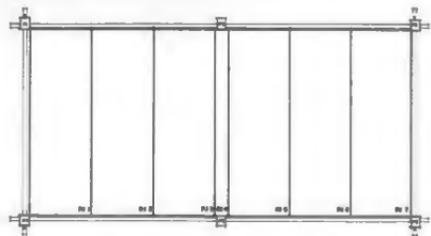
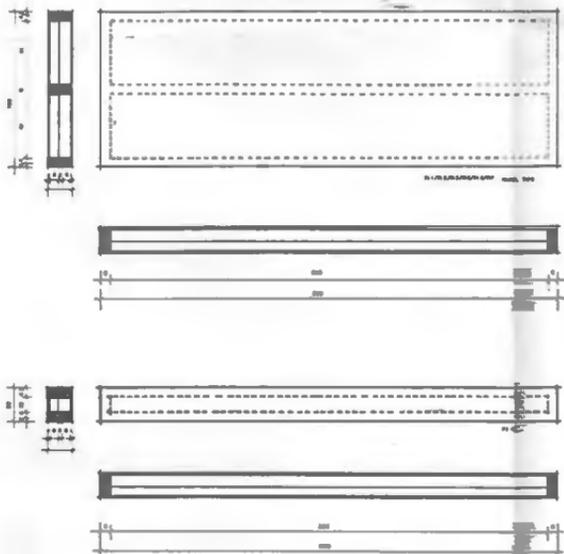
CEDRO

R	testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	60	40	60	90	100	100	70
02	40	60	100	100	90	70	40
03	100	100	70	60	90	40	10
04	80	100	70	100	70	100	100
05	90	10	70	70	80	20	30
06	80	30	80	90	100	40	90
07	60	100	10	20	30	60	20
08	90	90	80	70	90	90	90
09	50	80	10	90	90	80	100
10	90	70	100	10	50	40	100
11	100	60	40	100	60	60	80
12	50	70	70	70	70	10	60
13	100	70	10	100	80	50	50
14	100	10	80	80	70	90	70
15	40	80	20	90	90	80	20
16	40	100	100	100	50	90	30
17	30	70	30	100	80	80	90
18	60	80	80	80	100	60	90
19	90	100	90	70	70	40	100
20	100	100	80	100	80	90	90
SOMA	1450	1420	1250	1590	1540	1290	1330
MEDIA	72.5	71.0	62.5	79.5	77.0	64.5	66.5

MOGNO

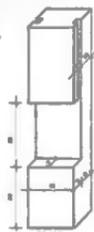
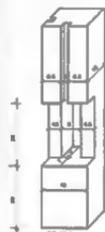
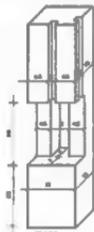
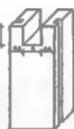
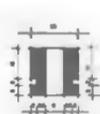
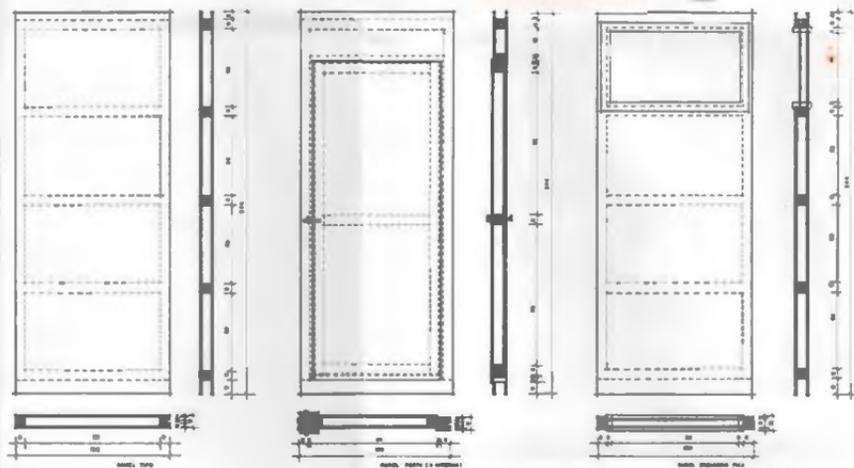
R	testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	90	10	10	20	60	30	20
02	10	80	0	40	0	30	50
03	0	0	40	20	30	60	20
04	30	0	60	10	50	20	50
05	10	0	10	10	0	50	20
06	70	20	20	30	0	90	10
07	10	0	0	0	10	10	10
08	90	30	10	30	80	30	20
09	10	20	0	50	20	20	0
10	10	0	60	40	10	40	30
11	70	20	20	40	10	40	0
12	30	0	60	10	70	40	50
13	0	10	10	40	0	10	0
14	40	0	10	40	0	20	10
15	80	0	30	10	10	10	10
16	100	10	10	50	0	0	30
17	10	30	30	10	20	0	0
18	0	0	10	10	30	90	10
19	0	20	10	30	0	30	90
20	40	40	30	10	80	20	-
SOMA	700	290	430	500	480	640	430
MEDIA	35.0	14.5	21.5	25.0	24.0	32.0	22.6

PANEIS DE PISO
FIGURA 1-8



ESQUEMA DOS PANEIS DE PISO E PILARES
FIGURA 1-9

PANEIS LATERAIS
FIGURA 8-6



PILARES