



III ENCONTRO NACIONAL I ENCONTRO LATINO-AMERICANO

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

PROJETO ILHA DA TRINDADE: ÊNFASE NA QUESTÃO HIGROTÉRMICA

Cristina Engel de Alvarez, Prof. Arq. - Univ. Fed. do Espírito Santo -Depto. de Arquitetura e Urbanismo (UFES-DAU); Univ. de São Paulo -Curso de Pós Graduação Estruturas Ambientais Urbanas (USP). UFES-DAU Av. Fernando Ferrari, s/n - Vitória, ES. CEP29060-900 Tel 027-335-2581; FAX 027- 335-2577

Mitsuo Yoshimoto, Bel. Fis. - Inst. de Pesq. Tec. do Estado de São Paulo - Divisão de Construção Civil (IPT-DCC) Av. Prof. Almeida Prado, 532, São Paulo, SP 05508-901. Tel 011-268-2211; FAX 011-869-6890

Julio Eustáquio de Melo, Eng. Civ., MSc - Inst. Bras. do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Laboratório de Produtos Florestais (IBAMA-LPF). CP 04424 - Brasília, DF 70919-970 FAX 061-225-1182

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto de uma estação científica para a Ilha da Trindade e os resultados obtidos nos estudos higrotérmicos desenvolvidos através de simulações computadorizadas utilizando o programa NBLSD. Os materiais e técnicas, originados de positivas experiências anteriores, foram dimensionados de acordo com as necessidades e com os resultados das simulações. Obteve-se como resultado das simulações o aprimoramento das soluções arquitetônicas, otimizando os índices de conforto de acordo com as possibilidades permitidas pelos condicionantes e técnica construtiva.

ABSTRACT

This paper shows the design of a scientific station to be set at Trindade Island Brazil Coast). It also presents the hygrothermic studies developed through computerized simulations using the program NBLSD. The materials and techniques, originated in later expedencies, were designed according to the needs program and with the simulations results. The results of the simulations were used to refine the architecture design and to optimized the comfort level taking in consideration the available construction technique.

PALAVRAS CHAVE

Conforto; arquitetura em madeira; Ilha da Trindade

1. INTRODUÇÃO

O planejamento de edificações científicas para instalação em locais de difícil acesso tem se tornado uma especialidade, possível de ser aprimorada a cada novo desafio. A instalação de uma edificação na Ilha da Trindade permite-nos o aprimoramento dos conhecimentos anteriormente adquiridos, refletindo-se em novas soluções, alternativas com diversificação dos materiais, diminuição de custos, melhoramento nas condições gerais de conforto e diminuição no tempo de manufatura e montagem final. Nesses termos, os estudos higrotérmicos inserem-se no contexto ainda na fase projetual, antecipando problemas e auxiliando na busca de soluções adequadas e coerentes com o clima, com a tecnologia e os recursos disponíveis.

2. HISTÓRICO

Os estudos relacionados à Ilha da Trindade surgem a partir dos resultados obtidos em projetos executados na Antártica e no Atol das Rocas (Alvarez e Vittorino, 1992), onde o programa, as condições de transporte e de isolamento são semelhantes para os três locais.

O projeto inicial, desenvolvido para um refúgio científico na Antártica foi sendo aprimorado para aquelas condições específicas e, posteriormente, reestudado para a utilização no Atol das Rocas, modificando-se principalmente os painéis de vedação e a cobertura, mantendo no entanto sua estrutura básica formada por encaixes de peças estruturais em madeira.

3. CARACTERÍSTICAS DO LOCAL

A Ilha da Trindade (20°30' S e 29° 49'W) localiza-se na extremidade oriental de uma cadeia de "guyots" e vulcões submarinos a 1.200 km da costa do Espírito Santo (Almeida e Alves, 1992), sendo considerado o ponto habitado mais afastado do território nacional (Ribeiro, 1995). Com uma área aproximada de 8,2 km², é circundada por uma plataforma que varia de 2 a 4 km de largura e cerca de 200 m de profundidade (Almeida e Alves, 1992).

"A Ilha é um amontoado de pedras escuras e formas estranhas que explicitam, no meio do azul do mar, a violência monstruosa da erupção submarina que a desenhou. O solo é feito de lavas, sedimentos e areias vulcânicas, é instável e sofre muitos deslizamentos." (Ribeiro, 1995, p. 39). Existem poucas praias na Ilha, sendo que quase todo seu contorno é dominado por encostas verticais. A maior altitude da Ilha é o Pico do Desejado, com 620 m sendo o ponto mais alto do Atlântico Sul" (Ribeiro, 1995, p. 38).

A vegetação é rasteira, destacando-se a presença de uma espécie de samambaia (*cyathea copelandii*), que atinge até 6 metros de altura "que simplesmente não são encontradas em nenhum outro lugar do planeta!" (Ribeiro, 1995, p. 39).

Na Ilha, pode-se identificar aves do tipo andorinhas do mar, petréis e fragatas, bem como a abundância de cabras, introduzidas no ano de 1700 pelo astrônomo inglês Edmund Halley e que causam grande impacto na vegetação nativa.

É no mar que está a verdadeira riqueza da ilha: "Só quem já mergulhou em Trindade sabe a quantidade de peixes que lá existe formando um verdadeiro cinturão em volta da ilha." (Filippini, 1988, p. 34). São badejos, garoupas, saréus, barracudas e tubarões. Também é grande a quantidade de caranguejos, que podem ser visto em toda a ilha e que se adaptaram facilmente ao local em função de seu largo espectro alimentar (Filipini, 1988).

O principal interesse do Projeto TAMAR¹ /IBAMA para a instalação de uma estação científica são as tartarugas marinhas: "O número de aruãnas² que chega à ilha durante essa época faz dela o maior sítio de desova entre as ilhas e a costa brasileira e um dos mais importantes do mundo para a espécie". (Filippini, 1988, p. 29). Ressalta-se que de cada mil filhotes que nascem, apenas um ou dois sobrevivem até a idade adulta, quando podem chegar a medir cerca de 1,40 m e 300 quilos. (Ribeiro, 1995). Porém, a biomassa formada pelos filhotes que não sobrevivem são de grande importância para a cadeia trófica marinha e terrestre da ilha, já que servem de alimento à peixes, crustáceos e aves.

4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

A Marinha do Brasil mantém na ilha um contingente de 32 pessoas, sendo um dos objetivos a coleta de dados no POIT - Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade, criado em 1957 e que realiza observações meteorológicas e maregráficas de relevância internacional. Os dados para os estudos de desempenho higrótico foram medidos neste Posto e obtidos através da DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação, estando disponível o período de 1983 a 1992, configurando um histórico de 10 anos consecutivos.

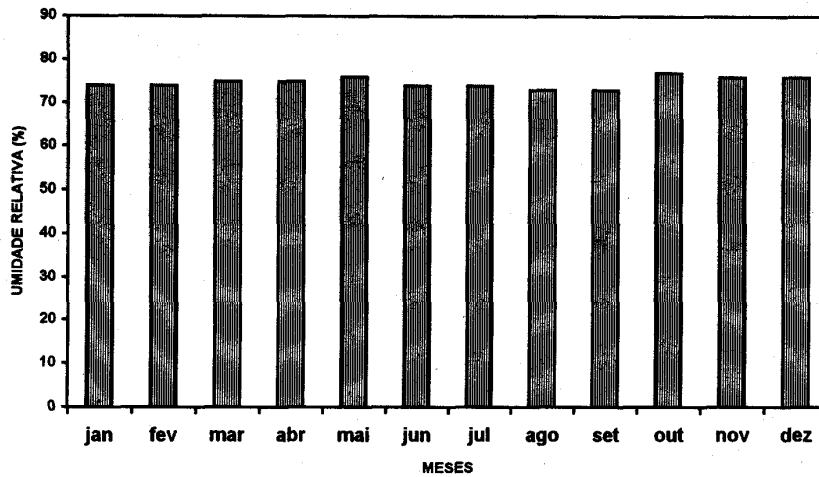
O clima, do tipo oceânico tropical, apresenta temperatura média anual de 25° C, com chuvas praticamente diárias conhecidas por "pirajás"³. Os meses de fevereiro e agosto são os de temperaturas mais extremas, conforme demonstra o gráfico da Figura 1. Entre abril e outubro, a ilha sofre influência das massas de ar frio originárias da Antártica (Almeida e Alves, 1992).

¹ TAMAR - Centro Nacional de Conservação e Manejo das Tartarugas Marinhas

² Aruãna é uma espécie de tartaruga marinha.

³ Pirajás - "denominação local das rápidas precipitações diárias de chuva, que duram em geral menos de 5 minutos". (Filippini, 1988, p. 29)

ILHA DA TRINDADE
UMIDADE RELATIVA (%)



ILHA DA TRINDADE
TEMPERATURAS

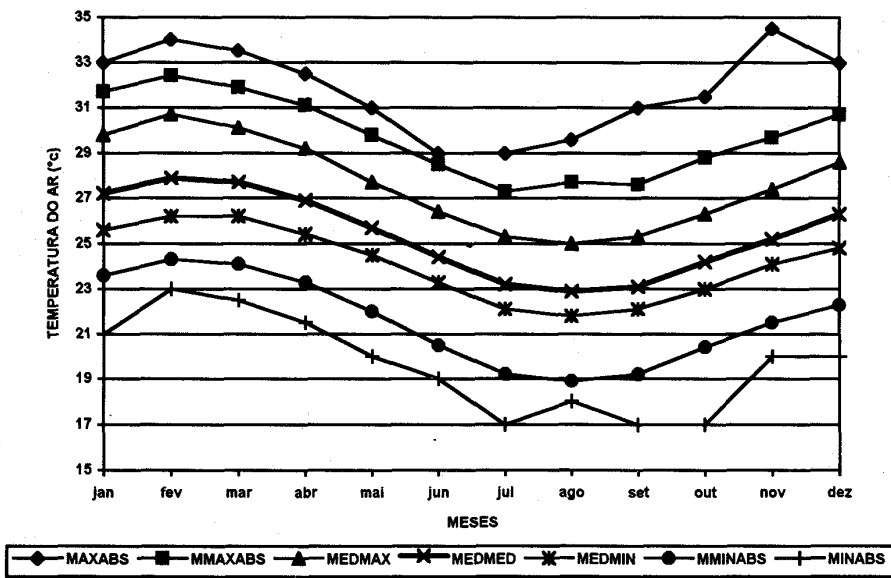


Figura 1. Umidade Relativa (%) e Normais de temperatura na Ilha da Trindade no período de 1983 a 1992. MAXABS = máxima absoluta; MMAXABS = média das máximas absolutas; MEDMAX = média das máximas; MEDMED = média das médias; MEDMIN = média das mínimas; MMINABS = média das mínimas absolutas; MINABS = mínimas absolutas.

5. O PROJETO

O projeto foi desenvolvido junto ao DAU- UFES/LPF-IBAMA, estando previsto para ser confeccionado e montado no LPF-IBAMA em Brasília. Os estudos foram direcionados conforme as seguintes características:

•**Programa de Necessidades.** A Estação objetiva abrigar confortavelmente até 04 (quatro) pesquisadores, com previsão de 02 (dois) meses de permanência e capacidade para armazenar alimentos para o dobro do período. Destaca-se que a edificação deve permitir o desmonte e remonte em outro local, não caracterizando-se como permanente.

A Ilha conta com energia elétrica fornecida através de equipamentos utilizados pela Marinha, e água doce, extraída de pontos de captação acima do nível onde será implantada a edificação.

Em função do desconhecimento do tempo disponível para a montagem em terra, o projeto foi desenvolvido para ser executado em 3 dias por 5 pessoas.

•**Condições de Transporte.** “A geografia complexa esculpida pelo vulcão não permitiu sequer a formação de lugares para atracação. Os grandes barcos da Marinha são, assim, obrigados a fundear a no mínimo 100 metros da ilha, e o desembarque por si só, é uma aventura à parte para civis que conseguem chegar em Trindade. Quando a Marinha não leva helicópteros, pessoas e mantimentos rumam terra firme a bordo da, suspeita “cabrita”, um flutuador de metal puxado por cabos presos em terra. Normalmente, para chegar até ele, todos precisam descer por uma escada de cordas jogada no costado do navio” (Ribeiro, 1995, p. 39-40). As edificações anteriormente projetadas para a Antártica e o Atol das Rocas, tiveram como principal condicionante para o dimensionamento das peças, o meio de transporte disponível. Tal condição se repete em Trindade, sendo as peças dimensionadas levando-se em consideração a pior condição - no caso, o desembarque do navio para a Ilha - e a ausência de equipamentos auxiliares em terra, sendo um fator limitador a “força/homem”.

•**O Projeto Arquitetônico e a Técnica Construtiva.** A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam sucintamente o projeto arquitetônico. Para o desenvolvimento do projeto, levou-se em consideração os seguintes principais aspectos: 1. segurança estrutural; 2. conforto; 3. facilidade na manutenção; 4. utilização de madeira de reflorestamento; 5. mão de obra não especializada; 6. adequação ao tipo de solo; 7. mínimo impacto ambiental; 8. flexibilidade; 9. baixo custo; 10. durabilidade.

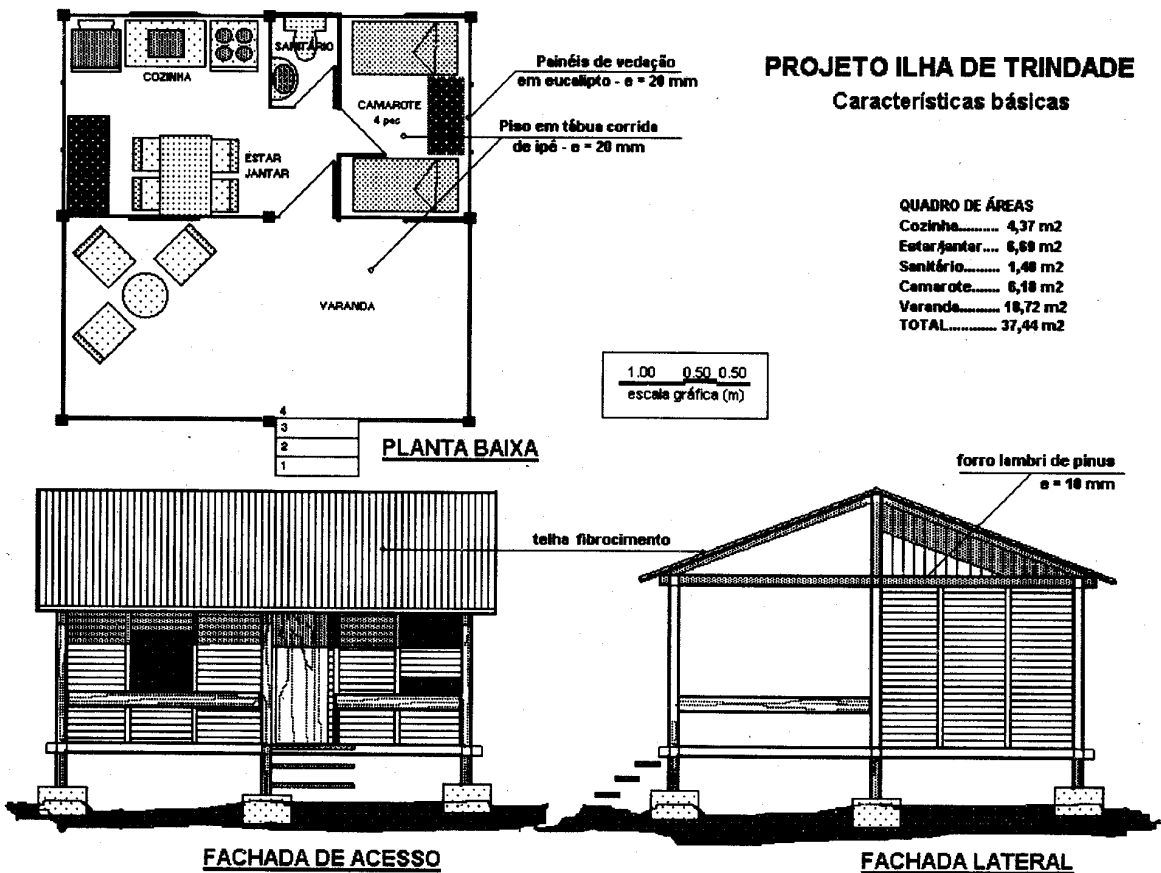


Figura 2. Características arquitetônicas básicas do Refúgio Tamar - Ilha da Trindade.

Tabela 1. - Características básicas do projeto

•Área	- 37,4 m ² de área útil sendo 18,7 m ² de alojamento/laboratório e 18,7 m ² de área externa coberta.
•Estrutura	- Pilares, vigas e cobertura em madeira maciça em eucalipto (<i>eucalyptus grandis</i> e/ou <i>citriodora</i>) tratada com preservativo submetido à pressão, contra fungos e insetos; - Sapatas isoladas em concreto
•Vedações	- Painéis pré fabricados em eucalipto (<i>E. grandis</i>) com 20 mm de espessura; - Cobertura em telha de fibrocimento com forro em madeira (<i>E. grandis</i>)
•Aberturas	- Esquadrias das janelas e portas em madeira de eucalipto (<i>E. grandis</i>).
•Peso	- Da edificação = 4.000 kgf sem mobiliário; - Das sapatas = 1.800 kgf

6. DESEMPENHO TÉRMICO

Para a execução das simulações e avaliação do desempenho térmico da edificação, foram considerados os seguintes aspectos:

•**Caracterização Das Exigências Humanas De Conforto.** Com base nos procedimentos e exigências apresentados na Norma ISO 7730/84, foram adotadas as seguintes condições para avaliação do desempenho térmico da edificação: umidade relativa de 70 %, valor médio encontrado nas simulações; ocupantes com atividades leves, correspondendo a metabolismo de 70 W/m²; índice de resistência térmica da vestimenta de 0,35 Clo, equivalente à roupas leves, típicas de verão; temperatura radiante média do ambiente igual à temperatura do ar, situação comum em ambientes sem fontes de calor significativas; velocidade do ar no interior do ambiente entre 0,5 e 0,8 m/s. Com bases nestes dados, serão obtidas condições satisfatórias de conforto térmico com temperatura do ar interior menor ou igual a 29,5 °C.

•**Caracterização Das Condições Típicas De Exposição Ao Clima.** Foi definido um “dia típico de projeto” (Akutsu, Sato e Pedroso, 1987) para a situação de verão (Tabela 2), com base nas características climáticas adotadas para a análise. Conforme pode-se observar na Figura 1, o clima é predominantemente quente, não apresentando problemas de conforto térmico relacionado ao frio.

•**Caracterização da Ocupação.** Considera-se o ambiente desocupado em função da diversidade na ocupação, que varia de acordo com as características de atividades de cada equipe de usuários.

•**Caracterização Do Comportamento Térmico Da Edificação.** Foram executadas simulações computadorizadas, de acordo com o programa NBSLD (Kusuda, 1976).

•**Simulações.** A experiência adquirida com o projeto, simulações e implantação do módulo Rebio Rocas no Atol das Rocas permitiu a pré seleção das opções arquitetônicas, utilizando-se do procedimento de simulação para o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos e empregados no projeto para a Ilha da Trindade especificamente. Assim, foram realizadas simulações para testar os efeitos referentes à duas

condições de implantação (norte e leste), efeito da ventilação e tratamento dos materiais construtivos (pintura), utilização de telha cerâmica e/ou fibrocimento e efeito do uso de isolante no ático. O gráfico da Figura 3 registra as experimentações selecionadas como de maior relevância para as conclusões estabelecidas.

Tabela 2. Dia típico de projeto

HOR.	TBS(°C)	RS (W/m ²)	UR %
1	28,5	0	86
2	28,3	0	87
3	28,1	0	88
4	27,9	0	88
5	27,9	0	89
6	28,0	18	88
7	28,2	150	87
8	28,6	300	85
9	29,2	433	82
10	29,9	536	79
11	30,6	601	75
12	31,4	624	72
13	31,9	601	70
14	32,3	536	69
15	32,4	433	68
16	32,3	300	69
17	31,9	150	70
18	31,5	18	72
19	30,9	0	75
20	30,3	0	77
21	29,8	0	79
22	29,3	0	81
23	29,0	0	83
24	29,7	0	84

HOR = Horário

TBS = Temperatura de Bulbo Seco

RS = Radiação solar global incidente em um plano horizontal

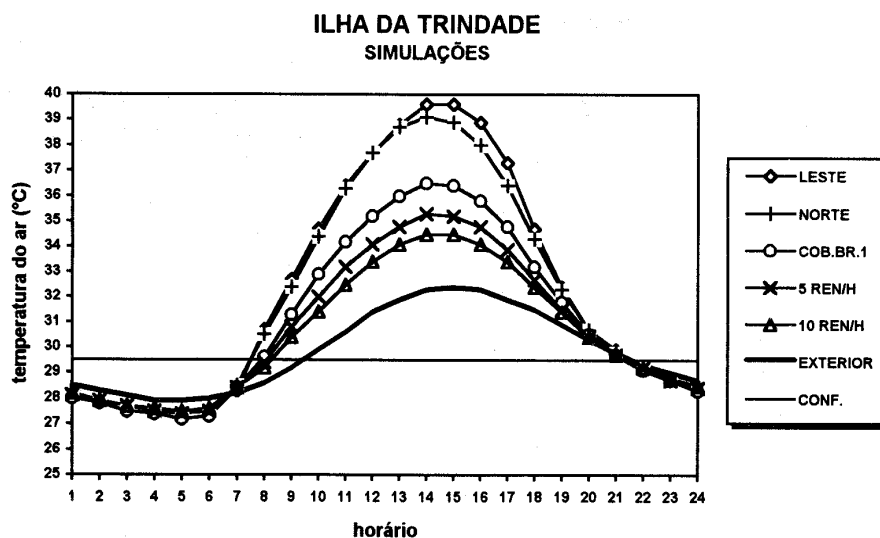


Figura 3. Gráfico das principais simulações: condição padrão com orientação leste (LESTE) e norte (NORTE); orientação norte com pintura branca na cobertura (COB.BR.1); orientação norte com cobertura branca e ventilação de 5 ren/h no ambiente (5 REN/H); orientação norte com cobertura branca e ventilação de 10 ren/h no ambiente (10 REN/H).

7. COMENTÁRIOS FINAIS

Como principal resultado das simulações, constatou-se uma melhoria considerável no desempenho térmico da edificação a implantação da mesma orientada para o norte, a pintura das telhas de branco e a ampliação da possibilidade de ventilação através do uso de janelas venezianas. Observa-se no entanto que mesmo com a melhoria das condições construtivas, as exigências da norma ISO não foram atendidas na maioria do período.

A construção da edificação está prevista para ocorrer em agosto de 1995 com prazo de 60 dias para manufatura e montagem. A implantação final na Ilha da Trindade depende basicamente de acertos com a Marinha a fim de que os meios de transporte sejam viabilizados. Após a implantação, espera-se poder monitorar a edificação, tanto para estudos relacionados ao desempenho higratérmico como em relação ao comportamento dos materiais construtivos.

REFERÊNCIAS

- AKUTSU, M.; SATO, N. M. N. & PEDROSO, N. 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)
- ALMEIDA, A. P. L. S. de & ALVES, A. Relatório das atividades desenvolvidas pelo projeto TAMAR - IBAMA na Ilha da Trindade na campanha 1992. (Edição preliminar) jan/mai 1992
- ALVAREZ, C. E. & VITTORINO, F. 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
- ALVAREZ, C. E. & VITTORINO, F. 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.
- FILIPPINI, A. As Tartarugas de Trindade. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, § (n. 45): 26-35, agosto de 1988.
- 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)
- RIBEIRO, R. Ilha De Trindade. Um Brasil Longe Daqui. Os Caminhos da Terra. Rio de Janeiro, Ano 4 (n. 1): 28-41, Edição 33, Editora Azul, Jan, 1995.