UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Anderson Buss Woelffel

Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas: estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo.

VITÓRIA

2011

ANDERSON BUSS WOELFFEL

Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas: estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Construção Civil.

Orientadora: Profª. Drª. Cristina Engel de Alvarez

VITÓRIA

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Woelffel, Anderson Buss, 1974-
W842a Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas : estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo / Anderson Buss Woelffel. – 2011.

185 f. : il.

Orientadora: Cristina Engel de Alvarez.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Madeira. 2. Logística. 3. Materiais de construção. 4. Ilhas do Oceano Atlântico. I. Alvarez, Cristina Engel de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

ANDERSON BUSS WOELFFEL

Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas: estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em 25 de maio de 2011 por:

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Profª. Drª. Cristina Engel de Alvarez
Doutora em Arquitetura e Urbanismo
Orientadora - UFES

_____

Prof. Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira
Doutor em Engenharia Civil
Examinador Interno - UFES

_____

Profª. Drª. Andrea Naguissa Yuba
Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental
Examinadora externa - UFMS

À Leonilda, mãe e mestra, por sua abnegação,
incentivo, apoio e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À Profª. Drª. Cristina Engel de Alvarez, por sua sabedoria, compreensão e paciência em me orientar neste trabalho; por sua amizade e pela oportunidade de estudar um tema tão fascinante e de conhecer lugares tão aprazíveis;

Ao Prof. Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira, por sua participação na avaliação deste trabalho;

À Profª. Drª. Andrea Naguissa Yuba, por ter aceito o convite para participar deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama, por seu exemplo e dedicação como pesquisador e docente; por suas orientações ao desenvolvimento desta dissertação;

Ao Prof. Dr. Fernando Avancini Tristão pelas preciosas orientações para o desenvolvimento desta pesquisa e à Prof. MSc. Edna Nico Rodrigues, pelo apoio e incentivo;

À Profª. Drª. Jussara Farias Fardin e ao Senador Prof. Dr. Cristovam Ricardo Cavalcanti Buarque por terem gentilmente participado do processo seletivo (entrevista) de ingresso ao curso de Mestrado, em uma situação extraordinária, na Ilha Rei George, Antártica;

Aos colegas arquitetos, Glyvani Rubim Soares, Márcia Bissoli Dalvi, Fernando Boechat Fanticelli (*in memorian*), Laila Souza Santos, Emanuela Sossai Altoé, Ana Carolina Bernabé, Kamila Zamborlini Waldetario, Ana Dieuzeide Santos Souza, Priscila Faria Gomes e Edna Mara Pires Gumz, pelos proveitosos apontamentos ao desenvolvimento deste trabalho;

A toda a equipe do Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo, principalmente a Nicole Ferraz, Patrick Almeida Machado e Raphael Henrique Ferreira Potratz, pelo auxílio à realização deste trabalho;

Aos colegas da turma do Mestrado, pelas nossas memoráveis discussões sobre os rumos da pesquisa tecnológica neste país;

Às colegas da Expedição Científica 307 ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo Helena Fagundes Bouth (*in memorian*), Fernanda de Oliveira Lana e Sibele Alves de Mendonça, pelo auxílio à coleta de dados durante a permanência no Arquipélago;

Ao Cmte. Marco Antônio Carvalho de Souza, coordenador do Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo da SECIRM;

A Maurizélia Brito Silva, Josiel Vasconcelos e demais integrantes da equipe de fiscais da Rebio do Atol das Rocas;

À Fabiana Bicudo César e Tadeu Oliveira, da UC PARNAMAR Fernando de Noronha;

À Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – SECIRM, pela oportunidade de participar como pesquisador do PROARQUIPÉLAGO;

À Marinha do Brasil, pelo apoio logístico conferido aos pesquisadores do PROARQUIPÉLAGO;

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, pelo apoio e fornecimento de importantes informações para o sucesso da pesquisa;

À Fundação SOS Mata Atlântica, pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa no Atol das Rocas;

Ao Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA, que tem se destacado na pesquisa de novas possibilidades de utilização de espécies de madeira para a construção civil;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio através da concessão de bolsa de estudo;

A todos aqueles que colaboraram para a realização desta pesquisa na resposta aos questionários e entrevistas;

Aos meus pais, Edjar e Leonilda, e à minha irmã Liziane, pelo apoio incondicional;

A Deus, Supremo Arquiteto do Universo, por estar sempre comigo no barco navegando pelos oceanos da vida;

A madeira, na verdade, é o herói não reconhecido da revolução tecnológica que nos impulsionou da cultura da pedra e do osso para a nossa época presente.

John Perlin

RESUMO

Desde tempos remotos, a madeira tem sido amplamente utilizada pelas civilizações como material construtivo e decorativo. Nos tempos atuais, em que a preocupação com a preservação dos recursos do planeta ganha espaço de debate em vários fóruns, o uso da madeira - principalmente como material construtivo de fonte renovável e reutilizável, de baixo consumo energético e alta eficiência -, ganha novas atenções e se justifica frente aos desafios impostos pelo ideário do desenvolvimento sustentável. Diante da necessidade de ocupar as ilhas oceânicas motivada por interesses científicos, econômicos ou estratégicos e a conseqüente necessidade de edificações de apoio que possibilitem a vida humana nesses locais, este trabalho **objetiva** estudar a adequação de alguns sistemas construtivos em madeira utilizados nessas construções do ponto de vista logístico, ambiental, da segurança, do conforto e da durabilidade considerando, principalmente, a fragilidade do ambiente insular. **Metodologicamente**, a pesquisa divide-se em três etapas: reconhecimento (pesquisa bibliográfica e documental); desenvolvimento (coleta de dados através da metodologia de Avaliação Pós-Ocupação e medições *in loco*); e conclusão (avaliação dos dados coletados e publicação dos resultados). Os estudos foram realizados na Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo. Como **resultados**, conclui-se que a madeira apresenta características satisfatórias para os locais considerados especialmente por possibilitar a pré-fabricação, que permite a pré-montagem para testes ainda no continente, a posterior montagem no local definitivo, bem como a relocação se necessária com o mínimo de avarias nas peças. Também foi considerada a questão da resistência aos condicionantes locais e a necessidade de baixa manutenção, que reforçam essa conclusão. Destaca-se, a alta relação resistência/densidade da madeira em comparação com outros materiais, favorecendo o transporte e o dimensionamento das peças, que a madeira é um material ecologicamente correto, um bom isolante térmico e de agradável sensação ao tato permitindo, ainda, uma edificação que apresenta excelente relação harmônica com a paisagem local, segura e com mínimo impacto ambiental.

Palavras-chave: madeira, ilhas oceânicas, sustentabilidade, logística, materiais de construção.

ABSTRACT

Since ancient times, wood has been widely used by civilizations as a building and decorative material. Currently, when the concern about the preservation of resources of the planet is being more and more debated in several forums, the use of wood - mainly as a building material from renewable and reusable source of low power consumption and high efficiency – has become an issue and has been justified before the challenges imposed by the ideals of sustainable development. Due to the necessity of occupying the oceanic islands motivated by scientific, economic or strategic interests and the consequent need for building support to enable human life in these places, this work is aimed at studying the suitability of wood construction systems employed in those buildings in terms of logistics, environment, safety, comfort and durability, considering especially the fragility of the islands. Methodologically, this research is divided into three steps: recognition (literature and documents), development (data collection using the Post-Occupancy Evaluation Methodology and *in situ* measurements), and a conclusion (data assessment and publication of results). The studies were performed in Fernando de Noronha Archipelago, St. Peter and St. Paul Archipelago, and Rocas Atoll Marine Biological Reservation. According to the results of this study, it was concluded that wood has satisfactory characteristics for the sites mentioned above, particularly for enabling pre-fabrication, which allows pre-assembling for testing still on shore and subsequent assembling *in situ*, as well as relocating it with minimal damage to pieces, if necessary. It was also considered the resistance to local conditions and the need for low maintenance, which reinforced the conclusions of this research. It is noteworthy the high resistance/density ratio compared to other materials, favoring the transportation and sizing of pieces, and that the wood is an environmentally friendly material, a good thermal insulator and pleasant feeling to the touch allowing further a building with optimal harmonic relationship with the local landscape, safety and minimal environmental impact.

Keywords: wood, oceanic islands, sustainability, logistics, building materials

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização aproximada das ilhas oceânicas, onde foram realizados os estudos de caso. Fonte da imagem-base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 18 agosto 2009. 24

Figura 2: Gráfico-síntese dos aspectos considerados na delimitação do tema. 26

Figura 3: Em (a), PIC Completo da Praia do Sueste; em (b), PIC Descanso Duplo Baía do Sancho; em (c) Primeira Estação Científica do Atol das Rocas; em (d) Segunda Estação Científica do Atol das Rocas; em (e) Primeira Estação Científica do ASPSP; e em (f), Segunda Estação Científica do ASPSP..... 34

Figura 4: Fluxograma com a síntese dos procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa..... 39

Figura 5: Localização aproximada do Arquipélago de Fernando de Noronha. Fonte da imagem base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 31 julho 2009..... 52

Figura 6: Vista aérea do Arquipélago de Fernando de Noronha com a delimitação aproximada da área do PARNAMAR. Fonte da imagem base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 31 julho 2009. Fonte do traçado: ICMBio (2009). 52

Figura 7: Em (a), vista da Baía dos Porcos. Em segundo plano, as rochas dos Dois Irmãos, ícone natural da Ilha de Fernando de Noronha; e em (b), vista da Baía do Sancho. 53

Figura 8: PIC do Modelo Completo instalado na Praia do Sueste. Fonte da imagem: ALVAREZ (2001b, p. 15)56

Figura 9: Planta Baixa de um PIC Modelo Completo. Fonte: Adaptado a partir de Alvarez et al. (1997)..... 57

Figura 10: PIC do Modelo Duplo instalado na Praia da Caieira. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 16) 57

Figura 11: em (a) PIC do Modelo Descanso Duplo. Quiosque de descanso da Praia do Sancho; e em (b), vista aproximada do mesmo PIC. Fonte da imagem b: Cristina Engel de Alvarez, arquivo pessoal. 58

Figura 12: PIC do Modelo Descanso Simples instalado no Mirante do Buraco da Raquel. PARNAMAR-FN. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 17)..... 58

Figura 13: Em (a) modelo de ponte desenvolvido para o PARNAMAR-FN, localizado na trilha Sancho-Mirante dos Golfinhos; e em (b), detalhe da estrutura e guarda-corpo. Fonte: ALVAREZ (2001b, p.14). 59

Figura 14: Em (a), desenho do Modelo de guarda-corpo desenvolvido para o Parque. Fonte: ALVAREZ (2001b, p.14); e em (b), guarda-corpo instalado em local de contemplação da paisagem na trilha do Sancho, observando-se à direita da imagem, um dos bancos em madeira e pedra de apoio à contemplação e descanso. 59

Figura 15: Em (a), PIC Completo da Baía do Sancho; em (b), PIC Completo da Praia do Sueste; em (c) PIC Duplo Praia das Caieiras; em (d) PIC Descanso Duplo Baía do Sancho; em (e) PIC Descanso Duplo do Mirante dos Golfinhos; e em (f), PIC Descanso Simples do Mirante Buraco da Raquel..... 60

Figura 16: Madeiramento da cobertura e pergolado do PIC Descanso Duplo do Mirante dos Golfinhos. Em (a), junção entre as peças do pergolado e o pilar de sustentação da cobertura; e em (b), detalhe da junção de peças do pergolado com o pilar de sustentação. Observa-se nas imagens a diferença de estado de conservação entre as peças de madeira, sendo em (b) perceptível o desgaste e o aspecto envelhecido (tom acinzentado devido à fotodegradação) bem mais acentuado do que verificado na imagem (a). 64

Figura 17: Em (a), pergolado de madeira que une os dois módulos do PIC Completo do Sancho. As peças apresentam desgaste pela ação direta das chuvas; e em (b), uma das portas do bar apresentando áreas de desgaste acentuado do material. As fendas que se formaram na porta servem atualmente de abrigo para mabuias (*Mabuya maculata*), pequeno réptil abundante na Ilha..... 64

Figura 18: Em (a), detalhe do pergolado do PIC Descanso Duplo da Baía do Sancho, observando-se rachadura no encaixe de um dos pilares de sustentação da estrutura; e em (b), detalhe de um dos pergolados do PIC Completo da Praia do Sueste, com destaque para as peças de madeira desconectadas. 65

Figura 19: Em (a), vista de uma das paredes do PIC Completo do Sancho. Observa-se o acúmulo de detritos que favorece a manutenção da umidade ascendente, verificada pela presença de limo nas primeiras tábuas do painel de vedação; e em (b), vista do que restou da porta do posto de fiscalização. Observa-se que o piso do posto apresenta um nível mais elevado que o restante do quiosque, o que é bastante satisfatório para evitar o acúmulo de umidade. 65

Figura 20: Em (a), estrutura de uma das pontes da Trilha entre Sancho e Mirante dos Golfinhos escorada com estacas de madeira; e em (b), observa-se, leve torção em relação ao seu eixo longitudinal. 66

Figura 21: Em (a), peças de madeira do assento de um banco com visíveis avarias; e em (b), madeira parcialmente destruída de um banco, destacando-se as marcas de vandalismo, como a escrita de nomes e datas de visitação. 66

Figura 22: Em (a), pilarete de um guarda-corpo em bom estado geral. Observa-se que o parafuso de junção dos pilares está protegido por uma peça de conexão; e em (b), detalhe do parafuso de junção das peças bastante avariado pela corrosão. 67

Figura 23: Em (a), ponto de junção entre cobertura e pergolado, constatando-se a falta de algumas telhas que ocasionam a infiltração de água e destruição paulatina das peças estruturais; e em (b), aspecto do telhado do PIC Duplo da Praia das Caieiras apresentando várias falhas na cobertura. 67

Figura 24: Em (a), vista geral do PIC Completo da Praia do Sueste; e em (b), vista de parte do madeiramento do telhado da mesma edificação. 68

Figura 25: Em (a), vista geral do PIC Descanso Duplo do Mirante dos Golfinhos; e em (b), vista inferior do madeiramento do telhado da mesma edificação. 68

Figura 26: Em (a), vista interna do Bar do PIC do Sancho, com prateleira em local inadequado na frente da janela; e em (b), vista da área de apoio que não está sendo utilizada, cuja porta de acesso permanece sempre fechada. Observa-se o estado de deterioração e abandono do ambiente, com crescimento de vegetação nas fendas do piso e limo acumulado. 73

Figura 27: Em (a), localização aproximada do Atol das Rocas (Mapa base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em: 31/05/2009); e em (b), cadeia de montanhas submarinas de Fernando de Noronha. Fonte imagem-base: Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA. In: ICMBIO (2009). 76

Figura 28: Vista geral do Atol das Rocas com a seta apontando para a Ilha Farol. Fonte da imagem: Força Aérea Brasileira - FAB 76

Figura 29: Aspecto paisagístico da Ilha do Farol. 77

Figura 30: Em (a), vista da primeira Estação Científica do Atol das Rocas durante a sua construção; e em (b), aspecto atual da primeira Estação. Fonte das imagens: Cristina Engel de Alvarez. 79

Figura 31: Desenhos básicos do projeto arquitetônico e estrutural. Fonte: ALVAREZ (2001a, p. 12)..... 80

Figura 32: Em (a), janelas venezianadas adotadas para o Atol, modelo tradicional na região Nordeste do Brasil; e em (b), vista de um dos pilaretes revestidos com tubo de PVC para impedir o acesso de roedores à edificação.. 81

Figura 33: Em (a), vista geral da ilha do Farol com indicação do local de implantação da nova Estação Científica. Fonte da imagem: Força Aérea Brasileira – FAB; e em (b), vista aproximada do local de implantação da nova Estação. 85

Figura 34: Planta Baixa com *layout* básico da nova Estação Científica. Fonte: Woelffel e Alvarez (2009)..... 86

Figura 35: Em (a) fixação do pilarete da base com cantoneiras de aço inox; e em (b), tubo de PVC revestindo o pilarete. 87

Figura 36: Em (a), vigamento do piso. Em primeiro plano, as vigas simples do *deck* e em segundo plano, já suportando alguns montantes das paredes, as vigas compostas; e em (b), fixação dos barrotes do piso sobre as vigas compostas. 88

Figura 37: Em (a), montagem dos oitões e paredes internas; e em (b), finalização da montagem das paredes. 88

Figura 38: Em (a), janela venezianada de um dos ambientes com aletas na posição aberta; e em (b), aberturas de ventilação superiores. Abaixo da peça de cumeeira, observam-se as aberturas dos oitões, que fazem a ventilação do ático. Na imagem em questão, ainda não havia sido instalado o forro. 89

Figura 39: Em (a) vista interna da cobertura a partir de uma das varandas, e em (b), aspecto geral externo da cobertura com a edificação ainda sem pintura. Em segundo plano, observa-se a primeira Estação construída no Atol das Rocas. 90

Figura 40: Vista da segunda Estação Científica do Atol das Rocas após pintura. 90

Figura 41: Em (a), vista de um dos pilares da Estação com o encaixe de duas vigas da base; e em (b), aspecto geral do madeiramento das paredes e esquadrias. 92

Figura 42: Vistas de um mesmo perfil em “U” e parafusos utilizados para encaixe e fixação de um dos pilares de madeira na base em concreto, em estado avançado de corrosão. 93

Figura 43: Em (a), detalhe da junção de um pilarete com uma viga do tipo simples da base da edificação. Observa-se o aspecto acinzentado da madeira com sulcos mais evidenciados sendo que os elementos metálicos (parafusos) estão íntegros; e em (b), vista de um dos pilares das fundações da Estação, destacando-se que uma parte da viga do piso foi pintada com *stain*. 93

Figura 44: Em (a), detalhe do madeiramento da cobertura da Primeira Estação. Observa-se estado geral da madeira satisfatório em contraste com o processo corrosivo acentuado de um dos ganchos metálicos de fixação das telhas; e em (b), detalhe do trinco de fechamento de uma das janelas, inoperante devido ao grau avançado de corrosão e recobrimento com tinta. 95

Figura 45: Em (a), vista da janela do ambiente projetado para banheiro seco com frestas laterais entre as peças de vedação da parede; e em (b), fechamento de uma abertura de ventilação superior do dormitório da chefia da UC, fachada Sul, como medida temporária para conter a entrada de água da chuva. Observa-se acima da janela uma fenda provocada por variação dimensional das peças de madeira. 108

Figura 46: Localização aproximada do ASPSP. Fonte da imagem-base: Google Earth –Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 24 julho 2009. 109

Figura 47 - Vista geral do Arquipélago de São Pedro e São Paulo com a nomenclatura das ilhotas e rochas principais, segundo a Carta Náutica nº 11 de 21 de junho de 1999. Imagem: Cristina Engel de Alvarez. 110

Figura 48: *Layout* básico da primeira ECASPSP com descrição resumida do uso de cada ambiente. Fonte: (ALVAREZ 2003). 114

Figura 49: Croqui esquemático do sistema "viga-laje em madeira". Fonte: (ALVAREZ 2001c, p. 50). 115

Figura 50: Em (a) sistema de amarração das vigotas do piso com as barras rosqueadas; e em (b), encaixe das vigotas da parede. Fonte: ALVAREZ (2001c, p. 62 e 64). 115

Figura 51: Primeira Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo no dia de sua inauguração em 25 de junho de 1998. Fonte: Cristina Engel de Alvarez. 116

Figura 52: Em (a), aspecto da Estação Científica após deslocamento provocado pela maré; e em (b), vista geral da edificação principal após as obras de reparo e elevação em relação ao solo. Fonte: ALVAREZ (2001c, p. 83 e 84). 117

Figura 53: Transporte por rolamento dos discos de concreto sobre chapas de compensado. Fonte: GUMZ (2008, p. 93). 119

Figura 54: Em (a), pilarete sofrendo ação das ondas. Observa-se a fixação dos seus discos de concreto em quatro barras de aço; e em (b), concretagem das cintas de proteção. Fonte: GUMZ (2008, p. 100-103). 119

Figura 55: Perspectiva interna computadorizada do projeto da segunda Estação Científica. Fonte: Acervo LPP/UFES (2007). 120

Figura 56: Em (a), transporte de peças de madeira do sistema viga-laje pelo píer da ilha Belmonte; e em (b), içamento de caixas contendo os discos em concreto das fundações com o auxílio do equipamento de força denominado "turco". Observa-se nas imagens a variação do nível da maré. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 122

Figura 57: Em (a) fixação das vigas de apoio do piso no conjunto de amortecedores; e em (b), visão geral das fundações da nova Estação com os amortecedores e com as vigas de apoio do piso. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 122

Figura 58: Em (a), montagem do piso; e em (b), finalização da montagem do piso e início da fixação das vigotas das paredes. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 123

Figura 59: Em (a), encaixe das vigotas das paredes nas barras rosqueadas. Observar detalhe do encaixe do parafuso, em vista de topo; e em (b), aspecto geral da montagem das paredes. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 123

Figura 60: Em (a), fixação das peças-guia da cobertura sobre os painéis das paredes; e em (b), início da montagem da cobertura. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 124

Figura 61: Em (a), fixação das telhas de alumínio sobre a cobertura de vigotas; e em (b), aberturas superiores de ventilação acima da janela da sala de estar. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 124

Figura 62: Em (a) janela do alojamento com aletas das venezianas na posição aberta; e em (b), janela da sala de estar com aletas fechadas. Sobre a janela, observam-se as aberturas de ventilação já com a tela metálica de proteção instalada. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 125

Figura 63: Em (a), guarda-corpo das passagens laterais dos *decks*. A fixação dos componentes estruturais foi feita com cantoneiras parafusadas no piso; e em (b), banco da varanda, tendo o guarda-corpo ao fundo. Fonte: acervo LPP/UFES (2007). 125

Figura 64: Em (a) e (b): vistas da nova Estação após a conclusão dos trabalhos. Fonte: Acervo LPP/UFES (2007). 126

Figura 65: Em (a), mobiliário da cozinha da nova Estação; e em (b), vista do mobiliário do alojamento. Fonte: Marco Antônio Carvalho de Souza (2008). 126

Figura 66: Em (a), instalação dos painéis solares do sistema fotovoltaico; e em (b), vista geral da finalização da instalação dos painéis. Observa-se o cobrimento quase total das placas pelo guano das aves, o que gera a necessidade de limpeza constante. Fonte: Marco Antônio Carvalho de Souza (2008) 127

Figura 67: Em (a), dessalinizador da Village Marine Technology (VMT) instalado no ASPSP. Fonte: SECIRM, 2008, apud Gumz, 2008, p. 142); e em (b), vista das duas edificações anexas construídas para abrigar os dessalinizadores, sendo que a menor, pintada, abrigava o aparelho da primeira Estação. Posteriormente, foi desativada e desmontada e atualmente abriga aparelhagem de telefonia pública. Fonte: Marco Antônio Carvalho de Souza (2008). 127

Figura 68: Nova Estação Científica do ASPSP, com a logomarca em madeira, que expressa na silhueta do Arquipélago a relação de inserção da Estação na paisagem. 128

Figura 69: Em (a), início do desmonte da Primeira Estação Científica do ASPSP; e em (b), detalhe do desmonte do piso da edificação. Observa-se aspecto geral satisfatório das peças de madeira. Fonte: Raphael Henrique Ferreira Potratz. Acervo LPP/Ufes (2008). 128

Figura 70: Em (a), piso interno do dormitório apresentando desgaste da pintura nas áreas de maior circulação; e em (b), vista do piso do *deck* lateral da Estação, área que sofre a incidência direta do sol e está mais exposta à ação da névoa salina. Observam-se, também, manchas de tinta da última pintura das paredes. 133

Figura 71: Em (a), vista do paiol de combustíveis. A madeira está íntegra, apesar de impregnada de guano; e em (b), casa do dessalinizador. Observa-se que por não ter sido pintada, a madeira apresenta-se com aspecto envelhecido e coloração acinzentada característica da ação do tempo e das intempéries. 134

Figura 72: Em (a), armário projetado para abrigar os equipamentos do sistema de comunicação. Apesar de apresentar aspecto envelhecido, está em excelente estado de conservação; e em (b), armário alto da cozinha também em excelentes condições. Observa-se que o uso de portas treliçadas objetiva reduzir o acúmulo de umidade no interior dos armários. 135

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados comparativos de propriedades físicas de materiais estruturais. Fonte: Calil Junior; Dias (1997) apud Calil Junior, Lah e Brazolin (2007, p. 1150). 31

Quadro 2: Principais características anatômicas da madeira consideradas no projeto de edificações em ilhas oceânicas. 35

Quadro 3: Principais propriedades físicas importantes para o uso da madeira em construções em ilhas oceânicas. 36

Quadro 4: Aspectos logísticos favoráveis ao uso de sistemas construtivos em madeira par ilhas oceânicas 36

Quadro 5: Características da madeira e de sistemas construtivos relacionados ao conforto ambiental. 37

Quadro 6: Características da madeira em relação aos aspectos de segurança. 37

Quadro 7: Resumo dos instrumentos utilizados para a coleta de dados em campo para cada usuário específico dos diferentes locais. 42

Quadro 8: Relação das atividades de coleta de informações com os respectivos locais e períodos de desenvolvimento. 48

Quadro 9: Resumo dos condicionantes e ações de projeto. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 9). 55

Quadro 10: Resumo dos principais aspectos e soluções adotadas para a busca da unidade do conjunto construído do PARNAMAR-FN. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 9). 56

Quadro 11: Modelos de PICs desenvolvidos para o PARNAMAR-FN e suas principais características. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 16). 56

Quadro 12 – Condicionantes projetuais considerados na etapa de projeto da Segunda Estação Científica do Atol das Rocas. Fonte: Adaptado de ALVAREZ et. al. (2008). 84

Quadro 13: Condicionantes projetuais e decisões tomadas no planejamento e projeto da Primeira Estação Científica do ASPSP. Fonte: Adaptado de ALVAREZ (2001c, p. 36-39). 113

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Respostas dos turistas para a relação das construções em madeira com o ambiente do PARNAMAR de Fernando de Noronha. 62

Gráfico 2: Respostas dos turistas para a possível adoção de outro material para as obras de infra-estrutura do PARNAMAR de Fernando de Noronha. 63

Gráfico 3: Variação das temperaturas interna e externa medidas pelo relógio termo-higrômetro T1. 69

Gráfico 4: Variação da umidade relativa do ar medida pelo relógio termo-higrômetro T1. 70

Gráfico 5: Variação da temperatura interna e externa registradas pelo termo-higrômetro T2. 70

Gráfico 6: Variação da velocidade do ar interna e externa medida no bar do PIC Completo do Sancho. 71

Gráfico 7: Variação da temperatura interna medida pelo termo-higrômetro T3. 71

Gráfico 8: Variação da umidade relativa do ar medida pelo termo-higrômetro T3. 72

Gráfico 9: Variação da temperatura registrada pelo termo-higrômetro T4. 72

Gráfico 10: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas sobre a relação das Estações Científicas com o ambiente local. 91

Gráfico 11: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas em relação à possibilidade de se utilizar outro material construtivo na produção das Estações Científicas. 92

Gráfico 12: (a) Opinião dos pesquisadores em relação à segurança contra incêndio da Segunda Estação Científica do Atol das Rocas. 96

Gráfico 13: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito da aparência externa das Estações Científicas. 96

Gráfico 14: Avaliação dos pesquisadores a respeito da aparência interna das Estações Científicas. 97

Gráfico 15: Opinião dos usuários a respeito do conforto térmico proporcionado pelas Estações Científicas do Atol das Rocas. 97

Gráfico 16: Variação da temperatura medidas pelos relógios termo-higrômetros T1 e T2. 98

Gráfico 17: Variação da umidade relativa do ar registrada pelos relógios termo-higrômetros T1 e T2. 99

Gráfico 18: Variação da Temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4. 99

Gráfico 19: Variação da umidade relativa do ar registrada pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4. 100

Gráfico 20: Variação da temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6. 101

Gráfico 21: Variação da umidade relativa do ar registrada pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6. 101

Gráfico 22: Avaliação dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito do isolamento acústico entre os ambientes internos nas duas edificações analisadas. 102

Gráfico 23: Avaliação dos usuários das Estações Científicas do Atol das Rocas sobre as condições de exposição das edificações aos ruídos externos. 102

Gráfico 24: Opinião dos pesquisadores a respeito das condições de iluminação natural das Estações Científicas do Atol das Rocas. 104

Gráfico 25: Respostas dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito do item iluminação artificial. 105

Gráfico 26: Opinião dos pesquisadores sobre as condições de permeabilidade da envoltória da Primeira Estação do Atol das Rocas à água e ao ar. 106

Gráfico 27: Avaliação dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito da permeabilidade da Segunda Estação em relação à entrada indesejável da água. 106

Gráfico 28: Opinião dos pesquisadores a respeito da permeabilidade da Segunda Estação em relação à ventilação natural. 107

Gráfico 29: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito do conforto tátil proporcionado pela madeira. 108

Gráfico 30: Avaliação dos pesquisadores sobre os possíveis impactos ambientais e paisagísticos da Segunda Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. 129

Gráfico 31: Avaliação dos pesquisadores sobre a possibilidade de utilização de material construtivo diverso à madeira na construção da Estação. 131

Gráfico 32: Opinião dos pesquisadores sobre a aparência da Estação Científica em madeira. 131

Gráfico 33: Avaliação dos pesquisadores do ASPSP sobre a segurança da Estação Científica a incêndios. 132

Gráfico 34: Opinião dos pesquisadores a respeito do conforto térmico proporcionado pela Estação Científica. 135

Gráfico 35: Variação da temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T1 e T2; e variação da temperatura externa. 136

Gráfico 36: Variação da umidade relativa do ar medida pelos termo-higrômetros T1 e T2..... 137

Gráfico 37: Variação da velocidade do ar medida no ambiente laboratório..... 137

Gráfico 38: Variação da temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4; e variação da temperatura externa. 138

Gráfico 39: Variação da umidade relativa do ar medida pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4..... 138

Gráfico 40: Variação da umidade relativa do ar medida pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6..... 139

Gráfico 41: Variação da temperatura interna medidas pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6; e variação da temperatura externa. 139

Gráfico 42: Avaliação dos pesquisadores em relação à transmissão de ruídos entre os ambientes internos da Estação e o isolamento da edificação ao ruído externo. 140

Gráfico 43: Resposta dos pesquisadores sobre as condições de iluminação da Estação Científica do ASPSP... 141

Gráfico 44: Avaliação dos pesquisadores do ASPSP sobre as condições de permeabilidade da Estação Científica a correntes de ar..... 142

Gráfico 45: Opinião dos pesquisadores do ASPSP a respeito de aspectos táteis da madeira. 143

Gráfico 46: Opinião dos pesquisadores a respeito do comportamento do material madeira em relação à limpeza. 143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de valores e pesos atribuídos aos requisitos da ficha de avaliação técnica..... 44
Tabela 2: Valores recomendados do CLD – Coeficiente de Luz Diurna (%)..... 47
Tabela 3: Valores de CLD e Iluminância medidos nos PIC do Sancho e da Praia do Sueste. 74
Tabela 4: Ficha de Avaliação técnica. 144

LISTA DE SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APO – Avaliação Pós-Ocupação

ASPSP – Arquipélago de São Pedro e São Paulo

NBR – Norma Brasileira (Registrada no INMETRO)

CIE – Comissão Internacional de Iluminantes

CLD – Coeficiente de Luz Diurna

COPANT – Comission Panamericana de Normas Técnicas

dB – deciBel

ECASPSP – Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo

EBN – Environmental Buildings News

FLD – Fator de Luz Diurna

IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

LPF – Laboratório de Produtos Florestais

LPP – Laboratório de Planejamento e Projetos

SFB – Serviço Florestal Brasileiro

MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal

NED –TEC – Núcleo de Estudos e Desenvolvimento Tecnológico da Madeira

PARNAMAR – Parque Nacional Marinho

Petrobrás – Petróleo Brasileiro S/A

PPGEC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

PROARQUIPÉLAGO – Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo

PFCA - Grupo de Produtores Florestais Certificados na Amazônia

PS – Ponto de Saturação

Rebio – Reserva Biológica

UE – Umidade de Equilíbrio

Ufes – Universidade Federal do Espírito Santo

URA – Umidade Relativa do Ar

USP – Universidade de São Paulo

T – Temperatura

ZEE – Zona Econômica Esclusiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 22

1.1 JUSTIFICATIVA 24

1.2 HIPÓTESE 25

1.3 OBJETIVOS 25

1.3.1 Objetivo geral 25

1.3.2 Objetivos específicos 26

1.4 LIMITAÇÕES DO TEMA 26

2. A MADEIRA COMO MATERIAL CONSTRUTIVO 30

2.1 MADEIRA COMO MATERIAL CONSTRUTIVO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 32

2.2 CASOS ESTUDADOS 33

2.3 ASPECTOS RELEVANTES DA MADEIRA E DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA PARA CONSTRUÇÕES EM ILHAS OCEÂNICAS 35

3. METODOLOGIA 39

3.1 ETAPA 01 - RECONHECIMENTO 40

3.2 ETAPA 02 - DESENVOLVIMENTO 40

3.2.1 Pré-teste da metodologia de campo 42

3.2.2 Coleta de dados 43

3.2.2.1 Medições de Conforto Ambiental 45

3.2.2.1.1 Conforto térmico 45

3.2.2.1.2 Medições de iluminância 46

3.2.2.1.3 Medições do nível de pressão sonora 47

3.3 ETAPA 03 - CONCLUSÃO 48

4. ESTUDOS DE CASO 51

4.1 PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA 51

4.1.1 Obras de infra-estrutura do PARNAMAR Fernando de Noronha 54

4.1.1.1 Postos de Informação e Controle – PICs 55

4.1.1.2 Pontes e guarda-corpos 58
4.1.2 Resultados 60
4.2 ESTUDO 02: RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ATOL DAS ROCAS 75
4.2.1 A primeira Estação Científica 78
4.2.2 A segunda Estação Científica 82
4.2.3 Resultados 90
4.3 ESTUDO 03: ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO 109
4.3.1 A primeira Estação Científica do ASPSP 111
4.3.2 A segunda Estação Científica do ASPSP 117
4.3.3 Resultados 129
4.4 SÍNTESE DAS AVALIAÇÕES 146
4.4.1 PIC Completo da Baía do Sancho 146
4.4.2 PIC Completo da Praia do Sueste 147
4.4.3 Primeira Estação Científica do Atol das Rocas 147
4.4.4 Segunda Estação Científica do Atol das Rocas 147
4.4.5 Segunda Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo 147
4.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS 148
4.5.1 Aspectos logísticos 148
4.5.2 Aspectos ambientais 151
4.5.3 Segurança 152
4.5.4 Conforto ambiental 153
4.5.5 Durabilidade, planejamento e projeto 154
5. CONCLUSÕES 158
6. REFERÊNCIAS 161
7. APÊNDICES 169
7.1 APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO USUÁRIO TURISTA – PARNAMAR-FN 169
7.2 APÊNDICE 2 – ENTREVISTA USUÁRIO LOCATÁRIO – PARNAMAR-FN QUESTIONÁRIO USUÁRIO TURISTA – PARNAMAR-FN – TRADUÇÃO PARA O INGLÊS 171
7.3 APÊNDICE 3 – ENTREVISTA USUÁRIO LOCATÁRIO – PARNAMAR-FN 173

7.4 APÊNDICE 4 – ENTREVISTA GESTOR – PARNAMAR-FN 175

7.5 APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO USUÁRIO PESQUISADOR – ATOL DAS ROCAS 177

7.6 APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO VISÃO DO GESTOR – ATOL DAS ROCAS . 180

7.7 APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO USUÁRIO PESQUISADOR – ASPSP 182

7.8 APÊNDICE 8 – ENTREVISTA GESTOR – ASPSP 184

1.Introdução

1. INTRODUÇÃO

Desde tempos pretéritos, a madeira configura-se como um material amplamente utilizado pelas civilizações, principalmente em países do hemisfério norte, não só como material construtivo, mas em muitos outros usos quer seja por sua abundância na natureza ou facilidade de manuseio. Seja como componente estrutural de uma edificação ou como mobiliário ou, ainda, em esculturas e demais obras artísticas, criativamente o homem soube extrair da madeira todo o seu potencial. Os limites para o uso da madeira situaram-se no limiar do conhecimento técnico e artístico de quem dela se utilizou ao longo da história.

No contexto nacional atual, contudo, a madeira ainda é alvo de muitos preconceitos quando utilizada como material de construção e seu uso considerado restrito a algumas situações. Se por um lado é comumente relacionada a construções temporárias, de menor importância frente a outros materiais, ou de baixo nível econômico; por outro, é o material construtivo básico também para casas de alto luxo, muitas vezes instaladas em locais para as denominadas "segundas residências".

Atrelado aos preconceitos já arraigados do uso da madeira, as denúncias da mídia sobre desmatamentos e retiradas ilegais de madeiras nativas da Amazônia, a destruição quase total da Mata Atlântica no litoral brasileiro e o surgimento consequente de grandes áreas com potencial de desertificação ou pastagens, colaboram para que o uso da madeira seja considerado anti-ecológico e por isso, preterido.

Se no passado, o montante de madeira disponível na natureza não estimulava as discussões sobre a possibilidade de seu esgotamento, atualmente, isso se faz necessário. No contexto da busca pelo desenvolvimento sustentável, a procura por materiais construtivos que onerem ao mínimo o ambiente especialmente em seu processo de exploração ou beneficiamento, aponta a madeira como um material ecologicamente correto, desde que sua extração seja pautada por um manejo silvicultural[1] racional das florestas, com extração criteriosa e atividades de revegetação. Se a atividade extrativista desenfreada e predatória dizimou grande parte das

[1] Silvicultura – é a "ciência que se ocupa das atividades ligadas a implantação e regeneração de florestas. Visa desta forma o aproveitamento e manutenção racional das florestas, em função do interesse ecológico, científico, econômico e social" (Laboratório de Silvicultura – FURB - Universidade Regional de Blumenau. Disponível em http://home.furb.br/lschorn/Projetos.html. Acesso em 30 mar 2009).

florestas nativas, é possível com a revegetação recuperar áreas devastadas, deixando uma parcela para reserva legal e outra para atividades de exploração controlada.

O setor florestal brasileiro tem se desenvolvido, principalmente em relação ao setor de celulose e papel, contudo ainda se observam muitos entraves ao longo da cadeia produtiva da madeira, desde a fase de exploração e transporte inadequados das toras passando por condições precárias de armazenamento até a manufatura. A falta de políticas públicas de manejo sustentável, a crise da estrutura fundiária e a politização do segmento ambientalista dificultam ainda mais a viabilidade do setor de florestas nativas (BRASIL, 2007).

Ao se investigar a utilização da madeira como material construtivo a ser empregado em ilhas oceânicas, surgem interrogações a respeito das condições de utilização da madeira, dos métodos preservativos do material aos efeitos nocivos de pragas e intempéries, das estratégias projetuais empregadas, dos condicionantes logísticos e econômicos e das necessidades dos usuários das edificações. E como responder à escassez de matéria-prima e às implicações legais do uso da madeira?

Partindo-se das perguntas formuladas, uma questão central pode ser extraída de forma a direcionar o desenvolvimento desta pesquisa. Os capítulos a seguir visam buscar uma resposta ao problema que se apresenta: a madeira, material amplamente utilizado pelo homem, constitui-se em material adequado a ser utilizado em construções em áreas inóspitas como ilhas oceânicas?

Por ser natural, a madeira tem sido apontada por alguns autores como Alvarez (2003), Milano et al. (1986, apud CRUZEIRO, 1998) e Miller (1980, apud CRUZEIRO, 1998) como um material a ser utilizado na produção de infra-estrutura para Unidades de Conservação. Nesta pesquisa, será dada especial atenção a alguns sistemas construtivos em madeira serrada utilizados na produção de edificações em ilhas oceânicas, cujas particularidades tornam a escolha do material de fundamental importância no contexto de projeto, construção e manutenção das edificações.

Foram escolhidas como estudos de caso as edificações que compõem a infra-estrutura do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, as estações científicas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e da Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas (Figura 1).

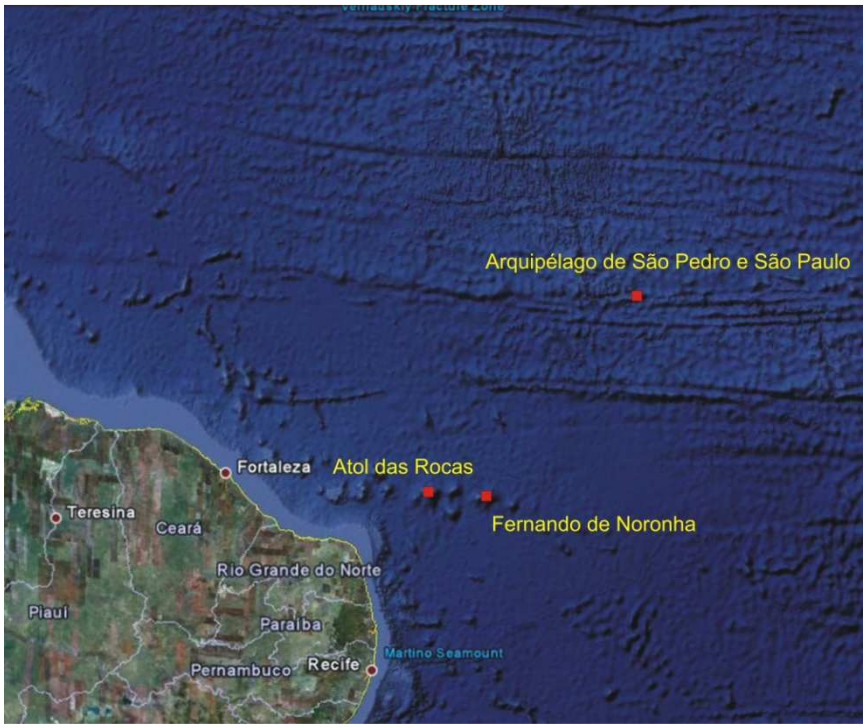


Figura 1: Localização aproximada das ilhas oceânicas, onde foram realizados os estudos de caso. Fonte da imagem-base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 18 agosto 2009.

1.1 JUSTIFICATIVA

A necessidade de se ocupar áreas inóspitas como as ilhas oceânicas pressupõe o desenvolvimento/aprimoramento de metodologias de construção que envolvam desde a seleção de materiais e processos construtivos até as etapas de uso, manutenção e operação das edificações. Especialmente em relação aos materiais empregados, a concepção da edificação não deve – ou não deveria – ser estabelecida igualmente à rotina comumente adotada nos escritórios voltados para a produção urbana, visto os condicionantes ambientais e logísticos e, principalmente as conseqüências, serem diferenciados quando se trata de áreas inóspitas e de difícil acesso (ALVAREZ, 2003).

Uma das diretrizes previamente estabelecida neste trabalho refere-se à busca do menor impacto ambiental, considerando que as ilhas oceânicas são áreas de interesse preservacionista. Assim, na escolha dos materiais construtivos, e consequentemente da técnica construtiva, além de garantir ao usuário conforto e segurança, busca-se também o mínimo impacto tanto em relação ao ambiente quanto à paisagem do local em questão.

Atualmente, muitas pesquisas têm sido feitas buscando materiais ecologicamente corretos sob os ditames do desenvolvimento sustentável. Autores como Calil Junior, Lah e Brazolin

(2007), Alvarez (2003), Cruzeiro (1998), Stumpp (1997, apud RAMPAZZO e SPONCHZADO, 2000) apontam a madeira como um material ecologicamente correto principalmente por vir de fonte renovável e reutilizável e gastar pouca energia em seu processo de produção e beneficiamento. No entanto, também existe o discurso contrário ao uso da madeira, principalmente em relação ao tempo de vida útil do material, ou mesmo, da possibilidade de empobrecimento do solo nas florestas voltadas para a produção de espécies de rápido crescimento.

Apesar dos condicionantes ambientais e logísticos serem diferenciados dos centros urbanos, destaca-se que os resultados obtidos nesta pesquisa não se aplicam somente para a produção de edificações em áreas de interesse preservacionista, podendo também ser aplicados à produção voltada para o meio urbano. O conhecimento, portanto, advindo do desenvolvimento desta pesquisa em ilhas oceânicas, pode auxiliar no aprimoramento de ações em relação a processos construtivos e logísticos também nas cidades continentais.

1.2 HIPÓTESE

Segundo Marconi e Lakatos (2007, p. 28),

> Hipótese é uma proposição que se faz na tentativa de verificar a validade de resposta existente para um problema. É uma suposição que antecede a constatação dos fatos e tem como característica uma formulação provisória; deve ser testada para determinar sua validade. Correta ou errada, de acordo ou contrária ao senso comum, a hipótese sempre conduz a uma verificação empírica.

A partir dos questionamentos iniciais e da elaboração do problema da pesquisa, a hipótese que orienta este trabalho é:

Sistemas construtivos em madeira são adequados para a produção de edificações em ilhas oceânicas, considerando os aspectos logísticos, ambientais, de segurança, de conforto e de durabilidade.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

- Avaliar a adequação de sistemas construtivos em madeira utilizados na produção de edificações em ilhas oceânicas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho de sistemas construtivos em madeira frente aos condicionantes logísticos, ambientais, de conforto, de segurança e durabilidade a serem considerados para construção em ilhas oceânicas;
- Avaliar os aspectos relativos ao projeto arquitetônico que colaboram para a durabilidade da madeira;
- Avaliar em que medida as técnicas e estratégias desenvolvidas para as ilhas oceânicas podem ser empregadas em situações semelhantes e no meio urbano.

1.4 LIMITAÇÕES DO TEMA

Orbitando em torno do tema central, surgem vários aspectos a serem considerados para a formulação de uma resposta ao problema levantado, sendo os principais os aspectos logístico, econômico, de conforto ambiental, de segurança e ambiental do uso da madeira como material construtivo em ilhas oceânicas (Figura 2).

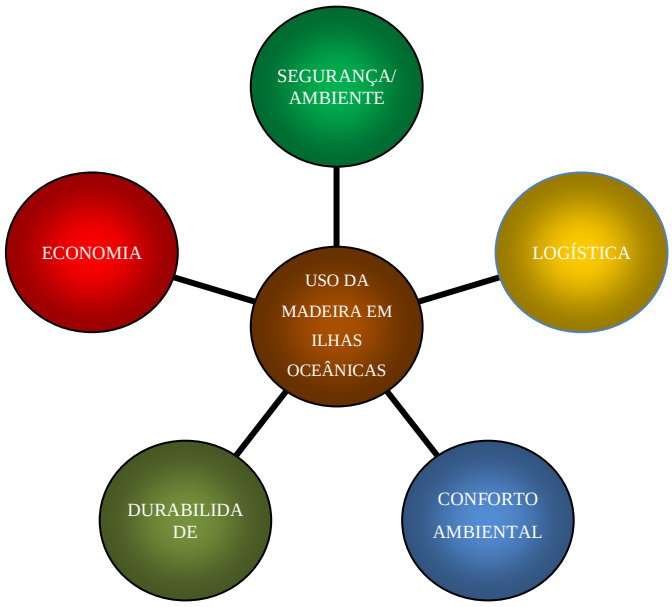


Figura 2: Gráfico-síntese dos aspectos considerados na delimitação do tema.

Em relação aos aspectos **logísticos**, Bussinger (2009) define o termo logística referindo-se ao "planejamento, organização, controle e realização de outras tarefas associadas à armazenagem, transporte e distribuição de bens e serviço".

O Conselho de Gerenciamento da Logística (*Council of Logistics Management*) define o termo logística da seguinte forma:

> É o processo eficiente de planejamento, implementação e controle efetivo do fluxo de custos, do estoque em processo, dos bens acabados e da informação relacionada do ponto de origem ao ponto de consumo, com o propósito de se adequar aos requisitos do consumidor (GUMZ, 2008, p. 73).

Em todas as fases do processo produtivo, cabe à logística o planejamento dos fluxos de produtos, materiais e equipamentos, pessoas e informações de forma a garantir o sucesso do empreendimento. Assim sendo, neste trabalho, os tópicos concernentes aos aspectos logísticos abordam as questões relativas ao planejamento e projeto, produção, transporte, montagem e manutenção das edificações em ilhas oceânicas, sendo abordado então o comportamento dos sistemas construtivos em madeira em relação a esses condicionantes.

Os aspectos **econômicos** referem-se aos processos de aquisição de materiais e ferramentas, aos custos das construções, aos custos da operação e manutenções, e de forma mais abrangente, à durabilidade e viabilidade econômica das edificações em relação ao contexto em que se inserem. Em relação a esses aspectos, o presente estudo não se aprofundará nas questões numéricas, visto a dificuldade de obtenção de valores específicos de difícil mensuração – como o custo das embarcações e tripulação, por exemplo -, bem como por se entender que esse aspecto não se configura como foco principal deste trabalho e por a viabilidade econômica já ter sido considerada por cada um dos órgãos responsáveis pelo financiamento das construções analisadas.

Em relação ao **conforto ambiental**, Vianna e Gonçalves (2001, p. 03) afirmam que o conforto do usuário é o elemento central de toda a produção arquitetônica e o definem como sendo a "avaliação das exigências humanas, pois está baseada no princípio de que quanto maior for o esforço de adaptação do indivíduo, maior será sua sensação de desconforto". Neste trabalho, será avaliado o comportamento de sistemas construtivos em madeira em cada um dos aspectos relativos às sub-áreas do conforto ambiental, a saber: conforto higrotérmico, acústico, lumínico e tátil.

Em relação à **segurança**, entendido como sendo um conjunto de ações capazes de proteger o usuário de determinado risco ou perda, este trabalho abordará questões relativas à segurança estrutural, segurança ao fogo, segurança em relação aos agentes biológicos deterioradores e segurança em relação ao clima e às intempéries.

Outro aspecto relativo à segurança muda o foco das ações para o **ambiente** em que o usuário será inserido. O fato de o ser humano estar no ambiente já pressupõe uma ação impactante e, a partir daí, todas as decisões de seu comportamento e a natureza de suas intervenções nesse local são importantes para a sua segurança e a segurança do ambiente em si. Nesta pesquisa, é avaliado o comportamento de sistemas construtivos em madeira em construções em relação ao conceito de mínimo impacto ambiental.

Em relação à **durabilidade**, a Norma NBR 15.575-1 (ABNT, 2010, p. 23), considera que "a durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional". Nesta pesquisa, será avaliado em que medida as decisões de planejamento e projeto tomadas colaboraram para a manutenção das condições de uso dos materiais e componentes construtivos dos sistemas em madeira considerados nos estudos de caso.

Assim, delineia-se o caminho a ser trilhado por esta pesquisa para o cumprimento dos objetivos a que se propõe, na busca de uma solução para o problema apresentado, visando-se responder a hipótese adotada, no estudo da adequabilidade de sistemas construtivos em madeira para o caso específico das ilhas oceânicas.

2. A madeira como material construtivo e os casos estudados

2. A MADEIRA COMO MATERIAL CONSTRUTIVO

A história do fazer construtivo registra inúmeros exemplos de como a criatividade humana aliada ao domínio da técnica puderam responder à demanda por construções utilizando como matéria-prima a madeira. Se, provavelmente, *a priori* o seu uso foi destinado à provisão de abrigo e proteção para as comunidades primitivas em cabanas rústicas feitas, possivelmente, com a simples junção de galhos *in natura* e peles de animais, o avanço da técnica permitiu expandir o seu uso em situações as mais diversas como, por exemplo, na produção de edificações mais elaboradas, embarcações e obras portuárias, pontes e viadutos, além de outros usos conhecidos (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007).

Segundo Calil Junior, Lah e Brazolin (2007, p.1149), o emprego da madeira se mantém crescente, apesar de existirem alguns preconceitos à sua utilização, que se referem “à insuficiente divulgação das informações tecnológicas já disponíveis acerca de seu comportamento sob as diferentes condições de serviço” e “à falta de projetos específicos desenvolvidos por profissionais habilitados”.

Somando-se a isso, alguns aspectos desfavoráveis da madeira também são citados como desestimuladores para o seu uso, como o fato desse material, por ser natural, apresentar defeitos que interferem em suas propriedades como fendas e nós, além de estar sujeito à degradação biológica e à destruição pelo fogo. Contudo, o avanço tecnológico permitiu superar esses entraves e fornecer produtos de madeira adequados, em termos estruturais e estéticos, especialmente para a produção de edificações (PFEIL; PFEIL, 2003).

Apesar disso, alguns aspectos referentes à madeira justificam a sua utilização como material construtivo, como por exemplo: o fato de todo o processo produtivo e exploratório da madeira ser de baixo consumo energético; por ser um material de fonte renovável, não causando grandes danos ao ambiente, desde que um plano de manejo silvicultural seja implementado, repondo o material que é extraído; e possuir uma alta relação resistência/densidade se comparada a outros materiais, conforme pode ser observado no Quadro 1 (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007).

Material	A	B	C	D	E	F	G
Concreto	2,4	1.920	20	20.000	96	8	8.333
Aço	7,8	234.000	250	210.000	936	32	26.923
Madeira - conífera	0,6	600	50	10.000	12	83	16.667
Madeira - dicotiledônea	0,9	630	75	15.000	8	83	16.667

Legenda correspondente às colunas do Quadro 01:
A: densidade do material, g/cm³; no caso da madeira, valor referente à umidade de 12%;
B: energia consumida na produção, MJ/m³; para o concreto a energia provém da queima de óleo; para o aço, da queima do carvão; para a madeira, energia solar.
C: resistência (Mpa); para o concreto, se refere à resistência característica à compressão, produto usinado; para o aço, trata-se da tensão de escoamento do tipo MR – 250, de acordo com a NBR 7700 (ABNT, 1998); para madeira são os valores médios da resistência à compressão paralela às fibras, referida à umidade de 12%, conforme recomendação da NBR 7190 (ABNT, 1997)
D: módulo de elasticidade, MPa; mesma descrição da coluna C.
E: relação entre os valores da energia consumida na produção e da resistência (B/C)
F: relação entre os valores da resistência e da densidade (C/A)
G: relação entre os valores do módulo de elasticidade e da densidade (D/A)

Quadro 1 - Dados comparativos de propriedades físicas de materiais estruturais. Fonte: Calil Junior; Dias (1997) apud Calil Junior, Lah e Brazolin (2007, p. 1150).

Yuba (2001, apud ALVARENGA, 2002) defende a possibilidade da utilização da madeira como material construtivo, dentre outros fatores, pelo fato de as árvores atuarem como elementos absorvedores de gás carbônico, participando as florestas do controle das emissões de CO_2 para a atmosfera.

A NBR 15575 (ABNT, 2010) recomenda a utilização de madeiras que possam ter sua origem comprovada através da apresentação de certificação legal ou procedentes de planos de manejo aprovados pelos órgãos competentes, bem como o uso de espécies alternativas que não estejam em extinção.

Segundo publicação do IPT, estima-se que grande parte da produção madeireira da Amazônia (entre 43% e 80%) seja ilegal, provinda de exploração predatória. Dessa produção, em média, 75% é direcionada para o mercado interno brasileiro. Apesar disso, algumas empresas e associações têm se destacado no mercado de madeira certificada, objetivando difundir práticas sustentáveis na Amazônia, como o Grupo de Produtores Florestais Certificados na Amazônia – PFCA -, pioneiro no setor, dentre outros (IPT, 2009).

Em relação a sua inflamabilidade, comparando-se a madeira com o aço, por exemplo, observa-se que a primeira possui excelente desempenho em relação ao segundo devido a suas características intrínsecas. A madeira é um mau condutor de calor e a camada de carbonatação externa, quando formada em uma peça estrutural de madeira, atua como uma espécie de barreira à propagação do calor para o interior da peça, permitindo a essa peça a manutenção

de sua função estrutural sem se romper, em condições que o aço já teria sofrido escoamento (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007). No entanto, quando as peças de madeira são esbeltas, a camada de carbonatação não é formada, correndo-se o risco de rápida deterioração.

O tratamento com determinadas substâncias preservativas, além de aumentarem a durabilidade da madeira ao ataque de cupins e brocas, tornam-na mais resistente ao meio exterior diminuindo a intensidade das manutenções. Deve ser salientado que o projeto de estruturas de madeira deve ter como diretriz a proteção da madeira tratada da umidade proveniente das chuvas, do solo e da radiação solar direta, o que colaborará para aumentar a durabilidade desse material (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007).

Constata-se, ainda, que além da escolha das espécies mais adequadas para determinados usos e do tratamento das peças estruturais com processos químicos e físicos que lhe confiram maior resistência aos agentes biológicos e do intemperismo, os cuidados com os detalhamentos dos projetos também são fundamentais para garantir a durabilidade das edificações em madeira e para reduzir os custos com manutenções que acabam onerando todo o processo. Em se tratando de ilhas oceânicas, a situação se complica pela distância e dificuldade de acesso aos locais de implantação dessas edificações, tornando as questões relativas à manutenção um aspecto importante quando comparado aos meios urbanos clássicos.

2.1 MADEIRA COMO MATERIAL CONSTRUTIVO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Alguns autores apontam a madeira como o material mais adequado para construção de infra-estrutura em Unidades de Conservação por diversos fatores, conforme a seguir exemplificado.

Segundo Milano et al. (1986, apud CRUZEIRO, 1998), na concepção para projetos de arquitetura em áreas naturais, em que se pretende proporcionar às pessoas maior contato com a natureza, deve-se usar um material em harmonia com o ambiente. Miller (1980, apud CRUZEIRO, 1998) defende a idéia de que a linguagem arquitetônica para Unidades de Conservação deve privilegiar a natureza como elemento de referência, seja pela expressão formal de uma linguagem orgânica ou pela investigação de elementos regionais, seja pela utilização de sistemas, processos e materiais construtivos locais, como pedra e madeira.

Alvarez (2003) apresenta cinco diretrizes a serem observadas para uma edificação e/ou infra-estrutura de apoio a ser instalada em local de interesse ambiental e de difícil acesso, considerando principalmente os usos voltados para atividades científicas:

- **Sob o ponto de vista ambiental**: adequação à capacidade de suporte do ambiente e minimização no impacto da paisagem;
- **Sob o ponto de vista do usuário**: condições para o desenvolvimento das atividades em segurança e dentro de padrões aceitáveis de conforto físico e psicológico;
- **Sob o ponto de vista econômico e gerencial**: durabilidade, facilidade de manutenção e técnica construtiva coerente com os materiais e mão-de-obra disponíveis;
- **Sob o ponto de vista educativo**: coerência com o discurso preservacionista, tanto na construção das obras como no seu uso final; e
- **Sob o ponto de vista político/estratégico**: máxima independência logística (critério de sustentabilidade) e máxima comunicabilidade (por exemplo, através de rádio) com os meios urbanos (critério de conexão).

A madeira reúne várias dessas prerrogativas se utilizada de forma correta. Por ser um material natural, adéqua-se à paisagem; possui propriedades que colaboram para o conforto térmico e acústico dos usuários de edificações; pode proporcionar conforto psicológico; suas características permitem a pré-fabricação e, consequentemente, facilidades para o transporte e montagem; e pode ter fácil manutenção. Se observados certos princípios de projeto em relação aos condicionantes específicos do material, apresenta ainda grande durabilidade além de trazer incorporado um forte discurso preservacionista, por ser material renovável e reutilizável.

2.2 CASOS ESTUDADOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, adotaram-se como estudos de caso as edificações em madeira do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha – PARNAMAR-FN; Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas – Rebio Rocas; e do Arquipélago de São Pedro e São Paulo - ASPSP.

No PARNAMAR-FN, são avaliadas as edificações em madeira que compõem a infra-estrutura de apoio ao turismo no parque (Figuras 3a e 3b). Na Rebio Rocas e no ASPSP, as estações científicas que abrigam pesquisadores por determinados períodos de tempo (Figuras 3c, 3d, 3e e 3f). Nos três casos, os processos construtivos foram diferenciados, o que permite uma avaliação dos aspectos favoráveis e desfavoráveis de cada um.

Em relação ao ASPSP, a produção das peças de madeira e a montagem das estações científicas foram realizadas pela Marinha do Brasil e foi possível acompanhar todo o processo de produção da Segunda Estação, desde a concepção do projeto até a sua execução final. Em relação ao Atol das Rocas, a produção do "*kit*" de montagem foi realizada por uma empresa privada, sendo possível acompanhar somente a elaboração do projeto e a montagem final da Segunda Estação.

No caso do PARNAMAR-FN, a produção das peças de madeira e a montagem também ficaram sob a responsabilidade da iniciativa privada, sendo a elaboração do projeto realizada pelo Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo – LPP/UFES, não sendo possível o acompanhamento da produção das peças e nem da obra. Todos os projetos analisados foram desenvolvidos sob a coordenação da Profª. Drª. Cristina Engel de Alvarez.

(a) (c) (e)

(b) (d) (f)

Figura 3: Em (a), PIC Completo da Praia do Sueste; em (b), PIC Descanso Duplo Baía do Sancho; em (c) Primeira Estação Científica do Atol das Rocas; em (d) Segunda Estação Científica do Atol das Rocas; em (e) Primeira Estação Científica do ASPSP. Fonte da imagem: LPP/Ufes; e em (f), Segunda Estação Científica do ASPSP.

2.3 ASPECTOS RELEVANTES DA MADEIRA E DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA PARA CONSTRUÇÕES EM ILHAS OCEÂNICAS

Dentre as características gerais do material construtivo madeira e suas propriedades, foram selecionados os aspectos relevantes considerando as características especiais dos locais de implantação das edificações. Também foram relacionados alguns aspectos fundamentais dos sistemas construtivos em madeira para o caso específico desta pesquisa (Quadros 02 a 06)

Características anatômicas	Definição	Importância para o caso específico
Cor	A cor da madeira, principalmente do cerne, além de colaborar para a identificação da espécie, pode ser também uma característica decisiva na escolha da espécie para um determinado uso. Ela é determinada pela presença de substâncias extrativas presentes nas células e em suas paredes, como por exemplo: taninos, resinas e óleos (MELO; CAMARGOS, 2007).	Em termos gerais, as madeiras mais escuras apresentam maior durabilidade natural, pois seus extrativos são tóxicos aos agentes biológicos (MELO; CAMARGOS, 2007).
Grã	Termo relacionado ao arranjo e à direção das fibras constituintes da madeira, ao longo do tronco ou em relação ao plano de serragem ou ao corte de uma peça de madeira (MELO; CAMARGOS, 2007).	A grã influencia diretamente na qualidade da madeira serrada, nos defeitos que podem surgir durante a secagem, na estabilidade dimensional, na resistência mecânica de peças fletidas, no arqueamento, além de outros (MELO; CAMARGOS, 2007).
Dureza	Indicador das características físicas e mecânicas da madeira, dependendo principalmente do volume da parede celular (PANSHIN; ZEEUW, 1980, apud MELO; CAMARGOS, 2007).	Quanto maior a espessura da parede celular, maior a dureza da madeira. Madeiras duras são mais resistentes às intempéries.

Quadro 2: Principais características anatômicas da madeira consideradas no projeto de edificações em ilhas oceânicas.

Propriedades físicas	Definição	Importância para o caso específico
Umidade	Segundo Calil Junior, Lah e Brazolin (2007), a água presente no vegetal encontra-se dentro de seus elementos anatômicos (lúmen) e impregnando as paredes das células vegetais. Quando a árvore é cortada, a madeira de seu tronco encontra-se saturada de umidade, no estado chamado "verde". Com o passar do tempo, em contato com o ambiente, a madeira serrada vai perdendo continuamente a umidade presente nos canais por processo de evaporação até atingir o ponto de saturação (PS), restando a água presente no interior das células do vegetal.	A madeira pode sofrer variações dimensionais nos processos de **retração** e de **inchamento**, em função da quantidade de água em seu interior. (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007). Em ilhas oceânicas, a umidade deve estar próxima ao seu Ponto de Saturação para evitar grandes variações dimensionais, causando problemas de montagem e, entre outras conseqüências, atrasos de cronograma e eventuais custos adicionais com manutenções.
Densidade	A NBR 7190 (ABNT, 1997) define a "densidade básica" da madeira como sendo a "massa específica convencional obtida pelo quociente da massa seca pelo volume saturado". Ela é compreendida em termos da quantidade de massa por unidade de volume e varia conforme a espécie ou a classe considerada (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007)	É fundamental para a definição das melhores aplicações das diferentes espécies de madeira (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007), considerando que a densidade está relacionada tanto à dureza como à resistência mecânica do material.

Quadro 3: Principais propriedades físicas importantes para o uso da madeira em construções em ilhas oceânicas.

Aspectos logísticos	Importância para o caso específico
Pré-fabricação	A montagem de estrutura para a produção de elementos construtivos em ilhas é um processo complexo, considerando todas as necessidades envolvidas como a obtenção de energia, instalação de maquinários e permanência de pessoal. Além disso, a possibilidade da pré-fabricação no continente reduz o tempo de montagem nas ilhas oceânicas, reduzindo os custos com pessoal e permanência dos meios de transporte no local (navios), além de reduzir significativamente a geração de resíduos.
Pré-montagem	A pré-montagem se constitui em uma etapa de grande importância no processo de construção, pois permite antever possíveis problemas e possibilita o treinamento de pessoal que fará a posterior construção definitiva em terra. No caso específico da madeira, além de ser possível a pré-montagem, as técnicas construtivas normalmente admitem, ainda, ajustes na montagem final.
Transporte	Considerando as condições mais restritivas de transporte em ilhas - em última instância, um bote inflável com motor de popa e a força humana em terra -, as peças de madeira, projetadas com dimensões adequadas à pior situação, permitem a execução da tarefa com apenas duas ou três pessoas a bordo.
Desmonte	Após a vida útil da edificação ou em casos de mudanças no sítio de implantação como no caso do Atol das Rocas, a madeira permite o desmonte de suas peças e a remontagem em outro local com o mínimo de avarias na estrutura.

Quadro 4: Aspectos logísticos favoráveis ao uso de sistemas construtivos em madeira par ilhas oceânicas.

Aspectos do conforto ambiental	Características da madeira
Térmico	Material bom isolante térmico, porém, quando utilizado na forma de painéis de vedação com pequena espessura, pode comprometer a eficiência térmica tanto para ambientes expostos a baixas temperaturas como para altas temperaturas.
Acústico	Apesar de ser utilizado como material isolante acústico, normalmente associado a outros materiais, a espessura esbelta das paredes das edificações nas técnicas de construção pré-fabricadas podem comprometer o resultado final. Além disso, as edificações em madeira são conhecidas por gerarem ruídos oriundos do próprio material, tais como rangidos e estalos provenientes da acomodação do material,
Lumínico	O comportamento do material depende da forma como foi utilizado no sistema construtivo adotado, sendo comum o uso de pequenas aberturas para janelas e manutenção da madeira em sua cor original, prejudicando a qualidade proporcionada pela iluminação natural.
Tátil	Material que apresenta agradável sensação ao tato, seja por sua textura, seja pela temperatura.

Quadro 5: Características da madeira e de sistemas construtivos relacionados ao conforto ambiental.

Aspectos relacionados à segurança	Características da madeira
Do ambiente	Material de fonte renovável e reutilizável, com baixa energia incorporada em seu processo de produção e beneficiamento. Incorporador de CO_2. Seus resíduos, se em contato com o ambiente, não poluem por ser natural, ressalva feita apenas aos métodos preservativos que eventualmente podem gerar consideráveis impactos ao ambiente. Material estabelece relação harmônica com a paisagem.
Do usuário	O método preservativo pode comprometer a segurança do usuário pela utilização de produtos voláteis tóxicos ou que venham a ser carreados pela água. Em termos estruturais, apresenta segurança desde que atendidas as regulamentações normativas, como a norma NBR 7190 (ABNT, 1997). Sendo um material orgânico e de relativa fácil combustão, deve ser previsto em projeto medidas adicionais de prevenção ou de combate a incêndios.

Quadro 6: Características da madeira e de sistemas construtivos em madeira em relação aos aspectos de segurança.

As propriedades mecânicas da madeira não foram destacadas nesse tópico, pois devem ser consideradas de igual forma tanto em ilhas oceânicas quanto no continente, não representando, assim, um diferencial de construção. Considerou-se, contudo, que em ilhas oceânicas deve-se prever, também, a ação de fortes ventos sobre a estrutura e possível incidência de ondas, dependendo do sítio de implantação do projeto.

3. Metodologia

3. METODOLOGIA

De acordo com os objetivos propostos para esta pesquisa, observa-se que os mesmos a caracterizam como pesquisa descritiva, que segundo Gil (2002, p.42) tem como objetivo principal

> [...] a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Para o desenvolvimento deste tipo de pesquisa são utilizadas técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

O tipo de pesquisa adotado para testar a hipótese é o estudo de caso, cujos procedimentos metodológicos encontram-se resumidos no fluxograma da Figura 4.

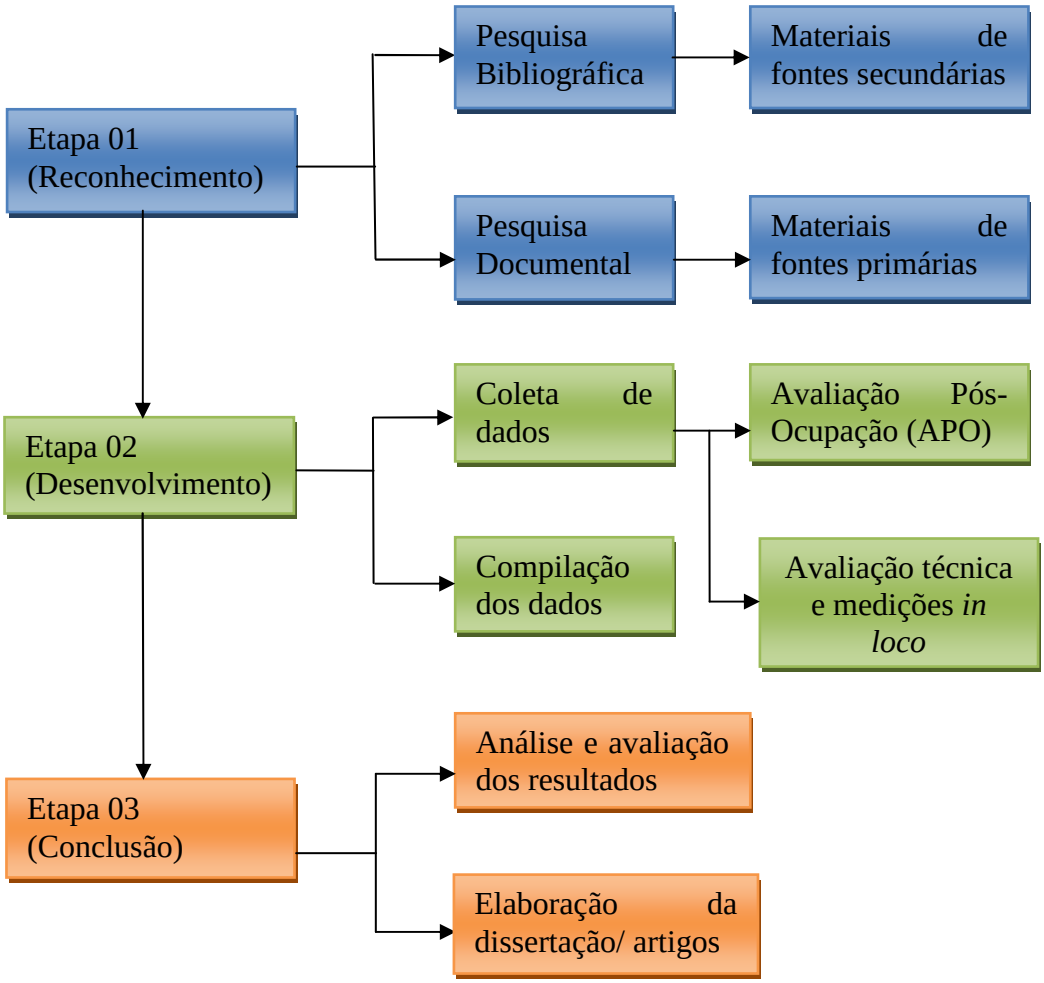


Figura 4: Fluxograma com a síntese dos procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

Os locais escolhidos para a realização desta pesquisa - o Parque Nacional Marinho do Arquipélago de Fernando de Noronha, o Atol das Rocas e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo -, apesar de serem todos eles ilhas oceânicas, sujeitos, *a priori*, a condicionantes semelhantes, representam diferentes contextos, apresentando dessemelhanças em relação a

vários aspectos, principalmente ambientais e logísticos. Tais diferenças foram contempladas na realização deste trabalho, apesar dos procedimentos metodológicos terem sido os mesmos para a abordagem dos três casos.

3.1 ETAPA 01 - RECONHECIMENTO

Pesquisa bibliográfica: considerada de fonte secundária, constitui-se de material já elaborado, abrangendo a bibliografia publicada em relação ao tema proposto ou com conteúdo complementar ao foco da pesquisa.

Para a realização da pesquisa bibliográfica foram consultados livros e períodicos, artigos publicados em anais de eventos, dissertações e teses, bem como base de dados e *sites* da *Internet* devidamente selecionados de acordo com a confiabilidade da origem.

Pesquisa documental: restringe-se à pesquisa de fontes de dados primárias, documentos escritos ou não, apresentando familiaridades com a pesquisa bibliográfica, distinguindo-se dela praticamente pela natureza das fontes consultadas.

Para a realização da pesquisa documental, foram analisados relatórios técnicos baseados em trabalhos de campo produzidos por profissionais arquitetos e/ou engenheiros, como relatórios de construções e de manutenções, relatórios de avaliações pós-ocupação (APO), relatos de viagens e expedições aos locais de estudo desta pesquisa, além de outros documentos não escritos como projetos, desenhos, fotografias, filmes, gráficos, material cartográfico, etc.

3.2 ETAPA 02 - DESENVOLVIMENTO

Esta etapa foi dividida em duas fases: o pré-teste da metodologia de campo e a efetiva coleta dos dados após avaliação dos procedimentos e instrumentos de trabalho em campo com a experiência adquirida com o pré-teste.

Para o trabalho de campo, foi adotada a metodologia de Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído – APO adaptada às condições específicas de cada caso considerado (ROMERO; ORNSTEIN, 2003).

A avaliação pós-ocupação do ambiente construído predispõe a utilização de dois instrumentos: a avaliação técnica e a avaliação comportamental. A primeira pode ser realizada através de ensaios laboratoriais ou *in loco*, considerando-se ou não os condicionantes

ambientais de exposição. A segunda, comportamental, é feita a partir do ponto de vista dos usuários (MATOS, 1999).

Nesta pesquisa, a metodologia de APO foi aplicada a partir de três fontes principais de informações: a visão do usuário, do técnico e do gerente/gestor (ROMERO; ORNSTEIN, 2003). Também foram realizadas medições específicas nas áreas de conforto térmico, acústico e lumínico. Observa-se que, diferentemente dos meios urbanos convencionais, nas ilhas oceânicas as atividades de manutenção são de grande importância, justificando assim a adição do técnico como fonte de informação. Por outro lado, nessas situações específicas, não existe um "proprietário" das unidades edificadas, sendo as mesmas vinculadas a órgãos públicos, cujo gerente ou gestor detém as informações especialmente relacionadas à exequibilidade e viabilidade econômica do empreendimento (ALVAREZ, 2003).

Nos três casos adotados, os usuários de cada uma das edificações apresentam características diversas em relação à idade, formação e objetivos durante sua permanência no local, e, por isso, a metodologia de coleta de dados desta pesquisa adaptou-se a cada público distintamente, apresentando abordagens diversificadas.

Em relação ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo e ao Atol das Rocas, os usuários são, em sua maioria, pesquisadores ligados a instituições de ensino, tanto estudantes graduandos como profissionais já formados e pós-graduados, que se dirigem para esses locais com o objetivo de desenvolverem trabalhos de campo de pesquisa. No caso do Atol das Rocas, também são usuários da reserva, além dos pesquisadores, os fiscais do ICMBio.

Em relação ao PARNAMAR de Fernando de Noronha, os usuários são os mais diversos, pois se constituem, em sua maioria, de turistas de várias procedências tanto nacionais quanto internacionais, cujos principais objetivos em relação ao objeto de estudo são as atividades de recreação e lazer. Também foram considerados os locatários dos quiosques, que são comerciantes que utilizam as edificações diariamente, bem como os próprios ilhéus, moradores nativos do local. Nesse caso, para a pesquisa da opinião dos usuários, optou-se por coletar a opinião dos turistas em visita ao Parque e dos locatários dos quiosques, visto serem os principais usuários das instalações.

Os gerentes ou gestores das três situações enfocadas, quer sejam civis ou militares, diferentemente dos usuários, apresentam semelhanças uma vez que todos são provenientes de instituições governamentais responsáveis pela manutenção e fiscalização das unidades de

conservação. Metodologicamente, foram considerados sob os mesmos aspectos. Em relação à visão técnica, foram adotados os mesmos critérios de avaliação para cada caso.

Para a coleta da opinião do usuário, foram adotados questionários e entrevistas diferenciados para cada caso com abordagens distintas, considerando as especificidades do público. Para a avaliação técnica foram elaboradas fichas com os requisitos de avaliação e os respectivos critérios. O Quadro 07 apresenta os instrumentos de coleta de dados para cada caso específico.

Caso estudado	Tipo	Instrumento equivalente
PARNAMAR-FN	Usuário - Turista	Questionário
	Usuário - Locatário	Roteiro entrevista
	Gestor	Roteiro entrevista
	Avaliação técnica	Fichas de avaliação e medições *in loco*
ATOL DAS ROCAS	Usuário - Pesquisador	Questionário
	Usuário - Funcionário/Gestor	Roteiro entrevista
	Avaliação técnica	Fichas de avaliação e medições *in loco*
SÃO PEDRO E SÃO PAULO	Usuário - Pesquisador	Questionário
	Gestor	Roteiro entrevista
	Avaliação técnica	Fichas de avaliação e medições *in loco*

Quadro 7: Resumo dos instrumentos utilizados para a coleta de dados em campo para cada usuário específico dos diferentes locais.

3.2.1 Pré-teste da metodologia de campo

Durante a elaboração do projeto de pesquisa desta dissertação, foi realizada uma expedição com a possibilidade de atividade de campo em dois locais determinados para coletas de dados objetivando testar a metodologia e apurar as questões formuladas para os instrumentos de coleta. O pré-teste foi realizado durante uma ida ao Atol das Rocas, por ocasião da inauguração da Segunda Estação Científica, com rápida passagem pelo Arquipélago de Fernando de Noronha.

O tempo disponível em Noronha para a realização do pré-teste foi de apenas 1 (um) dia e no Atol das Rocas, de 2 (dois) dias. Em Fernando de Noronha, foram efetuadas entrevistas com 8 (oito) usuários, sendo 6 (seis) turistas, 1 (um) locatário de PIC Completo, 1 (um) guarda-parque e 1 (um) gestor da UC, e também avaliações técnicas de um PIC Completo e de um PIC Descanso Duplo. No Atol das Rocas, foi possível realizar uma rápida avaliação técnica da nova edificação científica e 2 (duas) entrevistas com 1 (um) usuário e o gestor da Unidade.

Nessa primeira experiência de aplicação da metodologia de campo, foi possível avaliar o tipo de linguagem mais adequado para cada instrumento de coleta de dados e as dificuldades encontradas pelo usuário em relação a algumas questões técnicas, o que sugeriu uma

reavaliação e readaptação dos instrumentos. Foi possível avaliar o tempo gasto com cada usuário, o que foi um fator importante para o dimensionamento da tarefa, visto a distância e as dificuldades de acesso aos locais de coleta. As conversas informações com os respondentes contribuíram, inclusive, para a formatação final dos questionários aplicados junto aos usuários. Nos apêndices, encontram-se os modelos finais utilizados que foram revisados a partir da experiência adquirida com o pré-teste.

3.2.2 Coleta de dados

Em Fernando de Noronha, os questionários, em número de 66, foram respondidos na presença do pesquisador, o que permitiu uma maior interação e eventual solução de dúvidas que surgiram no processo de preenchimento das respostas. Os questionários foram aplicados nos quiosques, em momentos em que os turistas estavam descansando do passeio nas trilhas e, principalmente, após as palestras da Fundação Pró-Tamar – um evento tradicional nos roteiros turísticos na ilha.

Em relação ao Atol das Rocas e ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo, os questionários foram enviados por correio eletrônico, para pesquisadores que desenvolveram suas atividades nas ilhas em tempos pretéritos. Também foram aplicados questionários presenciais, durante a visita a esses locais para a realização do trabalho de campo, a pesquisadores que estavam nas ilhas desenvolvendo seus trabalhos científicos. Para pesquisadores do ASPSP, foram enviados 61 questionários e 21 foram respondidos. Em relação ao Atol das Rocas, dos 40 questionários enviados, apenas 8 foram respondidos - número pequeno de respondentes (20 %) - em relação aos demais estudos de caso desta pesquisa. Acredita-se que por o Atol das Rocas não contar com um programa continuado de pesquisas – como acontece no ASPSP -, o envolvimento do usuário com a edificação é eventual, reduzindo o interesse em contribuir com a pesquisa.

Em relação ao “gerente”, no caso do Atol das Rocas, foi enviado questionário específico via *Internet* para a chefe da Unidade de Conservação, e para Fernando de Noronha, foi realizada entrevista presencial com o chefe interino da UC. Em relação ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo, foi enviado questionário específico ao chefe do PROARQUIPÉLAGO responsável pela organização do programa e logística das expedições científicas e de manutenções das edificações daquele local.

Durante a aplicação dos questionários presenciais, as conversas informais e manifestações espontâneas dos entrevistados sobre as questões levantadas foram uma fonte importante de coleta de impressões e opiniões sobre a situação de cada caso considerado.

A avaliação técnica foi realizada a partir de fichas de avaliação contendo os requisitos de desempenho avaliados e medições *in loco*. Os modelos de questionários, roteiro de entrevistas e fichas de avaliação constam nos apêndices deste trabalho.

Os requisitos de desempenho avaliados foram segurança, habitabilidade, durabilidade e manutenibilidade das edificações, de acordo com o recorte do objeto estabelecido anteriormente, considerando tanto o alcance do objetivo proposto como, também, a factibilidade da pesquisa. Especificamente no que concerne ao item habitabilidade, as edificações foram avaliadas principalmente do ponto de vista do conforto térmico, lumínico e acústico, segundo os objetivos deste trabalho. De forma complementar, também foram investigados a permeabilidade da edificação à umidade e à ventilação, o conforto tátil e antropodinâmico, a qualidade do ar, a higiene e a funcionalidade dos espaços.

Para cada requisito da avaliação técnica, foram adotados conceitos qualitativos, expressos através de uma escala de valores, variando de 5 (cinco) para a melhor condição observada e 1 (um) para a pior condição. A esses requisitos foram atribuídos pesos segundo o seu grau de importância para os objetivos desta pesquisa, de forma a se criar uma hierarquização entre os requisitos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1: Escala de valores e pesos atribuídos aos requisitos da ficha de avaliação técnica

Escala de valores	Condição	Conceito do termo
5	Excelente	Resultado no padrão da excelência, sem qualquer indicativo de desabono.
4	Bom	Atendimento aos padrões normais de construção e/ou de acordo com as Normas pertinentes.
3	Razoável/Aceitável	Atendimento à condição mínima de conforto/segurança do usuário.
2	Ruim/Inadequado	Não atendimento à condição mínima.
1	Péssimo/Inaceitável	Situação que coloca o usuário em risco ou em situação extrema de desconforto. Requer intervenção para ajustes.
Pesos	Relevância para os objetivos da pesquisa	
2	Questões diretamente relacionadas aos objetivos desta pesquisa, referentes principalmente a aspectos do material de construção madeira.	
1	Questões relevantes, mas que não interferem diretamente, estando relacionadas a aspectos do projeto da edificação.	

3.2.2.1 Medições de Conforto Ambiental

As avaliações de conforto ambiental são realizadas visando analisar a adequabilidade do uso da madeira, uma vez que não se configura como objetivo principal deste trabalho, sendo somente um aspecto adicional de julgamento.

Em relação ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo e ao Atol das Rocas, a coleta dos dados foi feita de acordo com o tempo de duração normal das expedições científicas. Assim, no Atol das Rocas, foi possível a permanência de equipamentos de medição por um período de 20 dias, enquanto no ASPSP, as medições foram realizadas durante 15 dias. Em Fernando de Noronha, as medições foram realizadas em apenas dois dias, de acordo com a disponibilidade de permanência do pesquisador nesse local.

Ressalta-se que a amplitude térmica dos locais é relativamente pequena, sendo considerado o período de medições como uma amostragem para os demais períodos do ano.

3.2.2.1.1 Conforto térmico

As medições térmicas objetivaram coletar dados de temperatura (ºC) e umidade relativa do ar (%) através da utilização de relógios Termo-higrômetros MT-241 da empresa Minipa. No Arquipélago de São Pedro e São Paulo e em Fernando de Noronha, foi possível também realizar medições de velocidade relativa do ar com a utilização de anemômetro compacto térmico da marca Texto 425; porém, no Atol das Rocas, não houve disponibilidade do equipamento para as desejáveis medições.

No ASPSP, os equipamentos, em número de 6, foram instalados nos ambientes internos (sala, laboratório e dormitório), dois por ambiente, fixados nas paredes em duas alturas diferentes: a 30 cm e a 230 cm do piso. Os dados foram anotados em planilhas, em quatro horários diferentes: 08:00 h, 12:00 h, 16:00 h e 20:00 h (intervalos de 4h).

Apesar da Norma NBR 15.575-1 (ABNT 2010) adotar como altura-padrão 1.20 m do piso para aferição da temperatura *in loco*, o posicionamento superior dos relógios termo-higrômetros a 2.30m de altura foi determinado com o objetivo de se testar a eficiência das aberturas de ventilação superiores, estratégia projetual adotada para as estações científicas consideradas, visando à aeração dos cômodos especialmente da eventual camada de calor acumulada próximo ao teto. A escolha dos ambientes foi em função dos usos específicos por se constituírem nos locais de maior permanência dos pesquisadores.

No Atol das Rocas, os ambientes escolhidos foram o dormitório da chefia da UC, dormitório dos pesquisadores e laboratório. As alturas foram as mesmas adotadas no ASPSP, sendo que o registro dos dados foi realizado por um dos fiscais da UC por um período de 20 dias. Os resultados foram anotados em planilha específica e enviados via *Internet*.

Em relação a Fernando de Noronha, os equipamentos foram instalados apenas nos PIC Modelo Completo. No PIC do Sancho, foram instalados quatro aparelhos, dois no ambiente bar e dois no *hall* de acesso aos sanitários, nas mesmas alturas dos casos anteriores. No PIC da Praia do Sueste, foi possível instalar os equipamentos apenas no bar, uma vez que o *lay-out* da construção foi modificado, passando os sanitários a ter acesso externo.

Os dados foram tratados e produzidos gráficos com os valores encontrados para facilitar a compreensão e entendimento dos resultados. Foi utilizado como parâmetro de avaliação o que preconiza a NBR 15.575-1 (ABNT, 2010), Anexo A, que estabelece como critério para o conforto térmico:

> O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como, por exemplo, salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior (ABNT, 2010, p. 32).

3.2.2.1.2 Medições de iluminância

As medições de iluminância natural foram realizadas objetivando avaliar a iluminação natural dos ambientes, principalmente na denominada “altura do plano de trabalho”, considerado a 80 cm do piso. Também foram realizadas medições externas simultâneas em locais protegidos da incidência solar direta, visando estabelecer uma correlação dos dados obtidos. A metodologia foi desenvolvida com base na NBR 15.215-4 (ABNT, 2004), sendo utilizados dois luxímetros digitais portáteis, MLM-1011, Minipa, com sensores fotodiodo de silício, considerando que as medições foram realizadas em condições de abóbada celeste clara. Também foi utilizada a NBR 5413 (ABNT, 1992) para verificação das iluminâncias na altura do plano de trabalho.

Para a realização dessa etapa, foram considerados a dimensão das salas, orientação, com medição dos pontos em posição e quantidade determinada na Norma citada. Os ambientes foram divididos através de uma malha com áreas iguais em formato de quadrado ou retângulo. Evitou-se localizar pontos muitos próximos das paredes, adotando-se distância mínima de 50 cm conforme preconiza a Norma, sendo os valores encontrados registrados em planilhas.

As medições de iluminância externa foram realizadas simultaneamente, com a utilização dos dois aparelhos. Assim, para cada ponto, foram determinados um valor de iluminância horizontal interna (Ep) e um valor de iluminância horizontal externa (Ee). Posteriormente, foi realizado para cada ambiente, o cálculo do Coeficiente de Luz Diurna (CLD) ou Fator de Luz Diurna (FLD) médio dos pontos, expresso em percentagens. Esse índice determina a porcentagem de luz externa disponível no ambiente (BROWN, 2004).

Para o cálculo do CLD, foi utilizada a seguinte expressão: CLD = Ep/Ee x 100, com os valores expressos em percentagens. Os resultados encontrados foram então comparados com os valores padrão determinados para cada tipo de ambiente conforme Tabela 2.

Tabela 2: Valores recomendados do CLD – Coeficiente de Luz Diurna (%).

Tipo de ambiente		Europa	Brasil	Observações
Habitação	Cozinha	2	0,7	Em 50% da área, no mínimo
	Sala de Estar	1	0,3	Em 50% da área, no mínimo
	Banheiro	0,5	0,2	Em 75% da área, no mínimo
	Dormitório	0,5	0,2	Em 75% da área, no mínimo
Escritórios		1	0,3	À 3,5 metros das janelas
Laboratórios		3	1	Sobre o plano de trabalho

Fonte: Adaptado de Roriz (2008).

No Atol das Rocas, foi utilizado apenas um aparelho luxímetro, portanto não foi possível efetuar medições simultâneas para o cálculo do CLD, sendo avaliada apenas a quantidade de iluminância em Lux de cada ambiente, na altura do plano de trabalho.

3.2.2.1.3 Medições do nível de pressão sonora

As medições relacionadas à avaliação do conforto acústico foram realizadas de acordo com a NBR 10.151 (ABNT, 2000), no espaço exterior e no interior das edificações. Foi utilizado o equipamento medidor de nível de pressão sonora, RS-232, da *Extech Instruments*.

As medições no exterior das edificações foram realizadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e distanciados pelo menos 2 m de quaisquer superfícies refletoras, como paredes, por exemplo, e com o aparelho em angulação de 45º com o solo, conforme preconiza a NBR 10151 (ABNT, 2000). A média das medições externas foi calculada de acordo com o método desenvolvido pelo Prof. João Cândido Fernandes, do Laboratório de Acústica e Vibrações, da Universidade Estadual Paulista, disponível *on line* no site do laboratório (wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica).

As medições internas foram efetuadas a uma distância de no mínimo 1 m de quaisquer superfícies refletoras como paredes, tetos, pisos e mobiliário. Foram consideradas as principiais fontes sonoras externas e fontes internas. Mediu-se também o nível de pressão sonora em ambientes internos com a presença de fonte de ruído interna caracterizada e no ambiente adjacente, separado por paredes, para se avaliar em que medida houve redução do ruído ocasionada pelas paredes.

O Quadro 08 traz a relação das atividades de campo desenvolvidas com os períodos de realização, em cada local de estudo.

Coleta de Informações		
Local	**Atividades realizadas**	**Período**
Fernando de Noronha	Pré-teste da metodologia.	06 de maio de 2009
	Aplicação de questionários, entrevistas e avaliação técnica.	04 a 06 de julho de 2010
Atol das Rocas	Pré-teste da metodologia	07 a 08 de maio de 2009
	Avaliação técnica	30 de setembro a 22 de outubro de 2009
	Aplicação de questionários	14 a 22 de agosto de 2010
ASPSP	Pré-teste da metodologia	Não realizado para este caso.
	Avaliação técnica	15 a 29 de junho de 2010
	Aplicação de questionários/ entrevistas	26 de julho a 19 de agosto de 2010

Quadro 8: Relação das atividades de coleta de informações com os respectivos locais e períodos de desenvolvimento.

3.3 ETAPA 03 - CONCLUSÃO

Nessa etapa, é realizada a análise e a avaliação dos dados, tanto dos questionários e entrevistas, como das medições e observações. Os questionários para a pesquisa de campo com o usuário foram desenvolvidos de forma a se obter respostas objetivas com o intuito de facilitar e sistematizar a tabulação dos dados. Os mesmos foram compilados e os resultados expressos graficamente para facilitar sua visualização, assim como os dados obtidos com as medições de conforto ambiental que também foram tabulados e os resultados apresentados em gráficos.

Segundo Gil (2002), uma vez que o estudo de caso se utiliza de dados de origens diferentes, é concebível que a análise e a interpretação de dados procedam de formas diferentes. Contudo, o autor adverte que a análise dos dados deve ser de forma qualitativa. O maior problema relativo à análise e interpretação dos dados diz respeito à falsa sensação de certeza que o pesquisador pode ter com os resultados, constituindo-se de análises intuitivas e impressionistas. A revisão bibliográfica permite a interpretação dos dados tendo como pano

de fundo a experiência e os resultados obtidos por outros autores, o que pode oferecer um parâmetro de avaliação de referência para o pesquisador.

4. Estudos de Caso

4. ESTUDOS DE CASO

Os casos escolhidos para a realização desta pesquisa foram as edificações em madeira que compõem a infra-estrutura do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha – PARNAMAR-FN; as estações científicas da Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas – Rebio Rocas - e do Arquipélago de São Pedro e São Paulo - ASPSP.

Em função das peculiaridades de cada caso, inicialmente foram relatados os processos de planejamento, projeto e construção das edificações e posteriormente apresentados os resultados da avaliação dos sistemas construtivos de acordo com o local considerado.

Para a obtenção dos resultados, os dados coletados nas três frentes de avaliação definidas na metodologia - visão do usuário, do gestor/gerente e do técnico -, foram sistematizados visando-se obter as respostas para o problema levantado, bem como testar a hipótese adotada.

Considerando que o enfoque primordial deste trabalho é a avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira para construções em ilhas oceânicas, os resultados apresentados neste capítulo seguem por esse viés, apesar de outros aspectos relativos às edificações avaliadas terem sido abordados durante a realização do trabalho de campo.

4.1 PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA

O Arquipélago de Fernando de Noronha (03º 51' Lat. Sul e 32º 25' Long. Oeste) localiza-se no Atlântico Sul Equatorial (Figura 5) distante 350 km da cidade de Natal-RN. É composto por 21 ilhas, sendo que a principal (Figura 6) com cerca de 16,4 km² lhe confere o nome. Ao todo, o conjunto de ilhas soma 18,4 km² de área emersa. Constitui-se de rochas que conformam um monte vulcânico de 60 km de diâmetro na base, que se apoia no assoalho oceânico a 4000 m de profundidade, pertencente à cadeia homônima de montes submarinos localizados na zona de fratura de Fernando de Noronha (ALMEIDA, 2006).

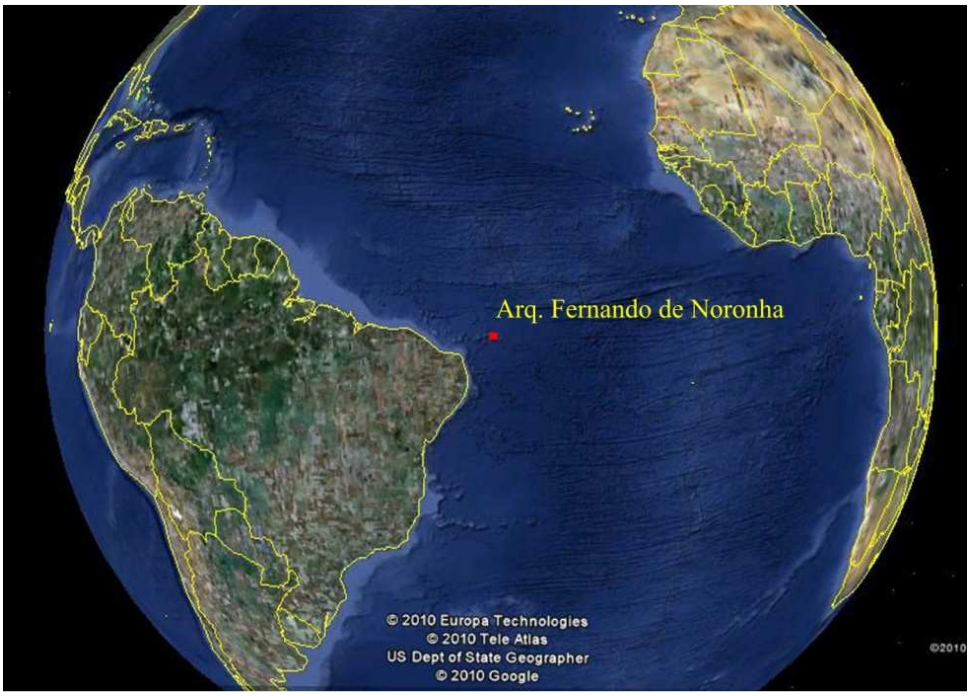


Figura 5: Localização aproximada do Arquipélago de Fernando de Noronha. Fonte da imagem base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 31 julho 2009.

Figura 6: Vista aérea do Arquipélago de Fernando de Noronha com a delimitação aproximada da área do PARNAMAR. Fonte da imagem base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 31 julho 2009. Fonte do traçado: ICMBio (2009).

O clima do arquipélago é do tipo Awi[2], semelhante ao clima da costa oriental do Rio Grande do Norte, possuindo duas estações bem marcadas sendo a chuvosa de fevereiro a julho. Os ventos alísios sopram de E-NE (ALMEIDA, 2006). As características naturais do Arquipélago o definem como "Floresta Atlântica Insular"; contudo, a vegetação original da ilha foi praticamente destruída na época em que Noronha foi presídio político e a derrubada das árvores foi considerada necessária para evitar o esconderijo de presos ou a utilização da madeira para a confecção de embarcações (ALVAREZ, 2001b).

A principal ilha de Noronha é a única efetivamente ocupada, com uma população fixa, em 2003, de 2163 pessoas, segundo dados do IBGE de 31/12/2003 (IBGE, 2009). Embora não existam dados confiáveis sobre a população atual, nos últimos anos ocorreu um perceptível aumento populacional, bem como a proliferação do comércio hoteleiro, com a abertura de um grande número de pequenas pousadas. Anualmente, a ilha é visitada por milhares de turistas de várias partes do mundo, atraídos pela beleza de suas praias (Figura 7), formações rochosas, sua flora e fauna e principalmente pelas atividades de mergulho em águas muito claras e transparentes com visibilidade podendo chegar a mais de 40m (ALVAREZ, 2001b).

(a) (b)

Figura 7: Em (a), vista da Baía dos Porcos. Em segundo plano, as rochas dos Dois Irmãos, ícone natural da Ilha de Fernando de Noronha; e em (b), vista da Baía do Sancho.

Contudo, o turismo e a ocupação humana descontrolados poderiam trazer grandes prejuízos ao Arquipélago. Assim, foi assinado o Decreto Presidencial Nº 96.936 de 14 de setembro de 1988 que criou o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha com os seguintes objetivos:

[2] Clima Awi (classificação climática de Köppen-Gleiger): clima tropical com estação seca de inverno. O regime pluviométrico anual é relativamente elevado, mas com nítida estação seca. Fonte: Peel et alli (2007).

> (...) proteger amostra representativa dos ecossistemas marinhos e terrestres do arquipélago, assegurando a preservação de sua fauna, flora e demais recursos naturais, proporcionando oportunidades controladas para visitação, educação e pesquisa científica e contribuindo para a proteção de sítios e estruturas de interesse histórico-cultural porventura existentes na área (BRASIL, 1988).

O PARNAMAR-FN, administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), abrange uma área que corresponde a 50 % da Ilha Fernando de Noronha e todas as demais ilhas do arquipélago, juntamente com a maior parte das águas adjacentes até a profundidade de 50 m, totalizando uma área de 112,7 km² (SILVA JR, 2003).

4.1.1 Obras de infra-estrutura do PARNAMAR Fernando de Noronha

A partir do ano de 1995, foi iniciado um programa de ecoturismo para o Arquipélago através do WWF-Brasil[3] com o objetivo de

> (...) desenvolver estudos e projetos para o estabelecimento e implementação do sistema de trilhas interpretativas para o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, otimizando o potencial de visitação, propiciando o desenvolvimento de atividades de cunho educativo associadas à recreação, proporcionando experiências em contato com o ambiente natural, minimizando e controlando os impactos (MITRAUD, 1999, s.p., apud ALVAREZ, 2001b).

Dentre as várias ações realizadas por uma equipe multidisciplinar de cerca de 20 profissionais sob coordenação do WWF-Brasil, uma sub-equipe composta por dois arquitetos e dois engenheiros ficou responsável pelo desenvolvimento dos projetos de infra-estrutura que tiveram como diretrizes projetuais: “busca de interação do elemento construído com o ambiente natural; adoção de materiais locais e/ou de fácil transporte; uso de mão-de-obra local; facilidade de manutenção e criação da identidade visual do Parque” (ALVAREZ, 2001b, p. 7).

Foi adotada a Metodologia ROS – *Recreation Opportunities Spectrum* (DRIVER, 1987, apud ALVAREZ, 2001b, p. 8) para a realização dos trabalhos de diagnóstico das trilhas, mapeamentos básicos e detalhamento das características do Parque. Os projetos foram desenvolvidos segundo os condicionantes apresentados no Quadro 9.

[3] *WWF – World Wide Fund*, informalmente conhecido no Brasil como *World Wildlife Fund*, Fundo Mundial para a Natureza (ALVAREZ, 2001b, p. 5)

CONDICIONANTES	AÇÕES
Prazo	Três meses para o desenvolvimento dos projetos executivos, a partir do diagnóstico preliminar elaborado.
Caráter educativo do Parque	Sendo um Parque Nacional, os projetos desenvolvidos deveriam buscar aliar o atendimento aos condicionantes do usuário e do empreendedor, bem como servir de referência aos conceitos ambientais propostos nas atividades de visitação e lazer.
Dificuldade de acesso	Tratando-se de um Arquipélago, os projetos deveriam considerar os meios de transporte disponíveis, tanto no aspecto técnico dos materiais como na relação custo x peso do material transportado.
Limitação dos recursos	Utilização, na medida do possível, de matéria prima disponível *in loco*.
Mão-de-obra não especializada	Busca de soluções técnicas e detalhes construtivos coerentes com a mão-de-obra disponível e representação técnica de fácil leitura e compreensão.
Parque enquanto modelo	Desenvolvimento de metodologia que pudesse vir a ser repetida em situações semelhantes, em outras áreas classificadas como de proteção ambiental.
Manutenção e durabilidade	Considerando a dificuldade de um programa continuado de manutenção nas áreas gerenciadas pelo IBAMA, os projetos deveriam possibilitar o mínimo de manutenção e o máximo de durabilidade.
Ausência de documentação, mapeamentos e levantamentos básicos	Prevendo-se dificuldades da equipe de execução, deveriam ser desenvolvidos métodos específicos de planejamento e representação das propostas, especialmente com a criação de Modelos.

Quadro 9: Resumo dos condicionantes e ações de projeto. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 9).

No processo de reconhecimento do sítio, foram verificadas semelhanças entre os problemas do Parque, tais como erosão, ausência de guarda-corpos, áreas alagadiças, rios sazonais cruzando as trilhas, necessidade de áreas de sombreamento (ALVAREZ, 2001b, p.11). Assim, considerando as semelhanças identificadas, foram criados Modelos que poderiam ser repetidos no atendimento dessas necessidades. Ao todo foram 10 Modelos básicos com variantes de complexidade, de acordo com as características específicas.

Segundo ALVAREZ (2001b, p. 12), para os estudos de infra-estrutura foram desenvolvidos projetos específicos para contenção de erosão, drenagem, guarda-corpos, escadarias, bancos, pontes, sinalização, marcação de trilhas e também pequenas edificações de apoio, denominados de PICs – Postos de Informação e Controle. Para efeito desta pesquisa, serão avaliados apenas os PICs, as pontes e os guarda-corpos, por esses elementos terem em seus sistemas construtivos a madeira como principal material.

4.1.1.1 Postos de Informação e Controle – PICs

Também chamados nesta pesquisa de quiosques, os modelos desenvolvidos para os PICs variam de 16 m² a 60 m², conforme o nível de complexidade. ALVAREZ (2001b, p. 12) destaca que para a elaboração dos projetos dos PICs foi considerada “a necessidade de criação da identidade do Parque, buscando adotar soluções arquitetônicas que guardassem relação entre os vários equipamentos”. As principais estratégias adotadas encontram-se referenciadas no Quadro 10.

ASPECTO CONSIDERADO	SOLUÇÃO ADOTADA
Materiais construtivos	Pedras locais, madeiras (pré-cortadas), telhas cerâmicas e cordas.
Tipologia arquitetônica estrutural	Pilares duplos de mesma composição para situações diferenciadas (estrutura dos PIC, guarda-corpos, estrutura de placas, etc).
Inserção na paisagem natural	Ausência de barreiras visuais.

Quadro 10: Resumo dos principais aspectos e soluções adotadas para a busca da unidade do conjunto construído do PARNAMAR-FN. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 9).

Foi adotada modulação de 3 m entre apoios no projeto dos PICs visando à otimização no dimensionamento das peças de madeira, ressaltando também que as edificações deveriam servir como modelos de construção e aprendizado para a comunidade local. Foram projetados quatro modelos e em todos eles foram projetados espaços para a fixação de placas educativas com informações sobre o correto uso das trilhas. O Quadro 11 apresenta os tipos de PICs desenvolvidos.

MODELO	USO/DIMENSÕES
Completo	Lanchonete, sala de fiscalização, loja, sanitários, descanso e mesas externas. Área aproximada = 60 m² (Figuras 8 e 9).
Duplo	Fiscalização e descanso. Área aproximada = 32 m² (Figura 10).
Descanso duplo	Descanso. Área aproximada = 32 m² (Figura 11)
Descanso simples	Descanso. Área aproximada = 16 m² (Figura 12).

Quadro 11: Modelos de PICs desenvolvidos para o PARNAMAR-FN e suas principais características. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 16).

Figura 8: PIC do Modelo Completo instalado na Praia do Sueste. Fonte da imagem: ALVAREZ (2001b, p. 15)

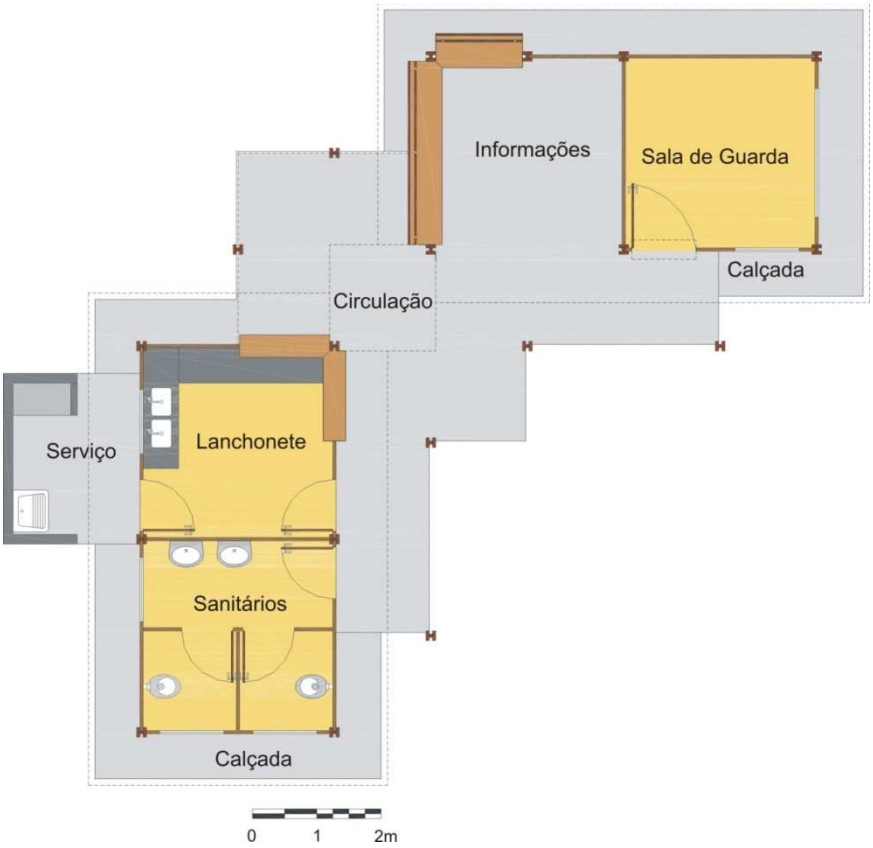


Figura 9: Planta Baixa de um PIC Modelo Completo. Fonte: Adaptado a partir de Alvarez et al. (1997).

Figura 10: PIC do Modelo Duplo instalado na Praia da Caieira. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 16)

(a) (b)

Figura 11: em (a) PIC do Modelo Descanso Duplo. Quiosque de descanso da Praia do Sancho; e em (b), vista aproximada do mesmo PIC. Fonte da imagem b: Cristina Engel de Alvarez.

Figura 12: PIC do Modelo Descanso Simples instalado no Mirante do Buraco da Raquel. PARNAMAR-FN. Fonte: ALVAREZ (2001b, p. 17).

A escolha para os locais de implantação de cada tipo de PIC no PARNAMAR-FN seguiu alguns critérios pré-estabelecidos como o tipo de trilha, o impacto na paisagem, o nível de dificuldade para a construção, o impacto ambiental e a deposição e tratamento de dejetos.

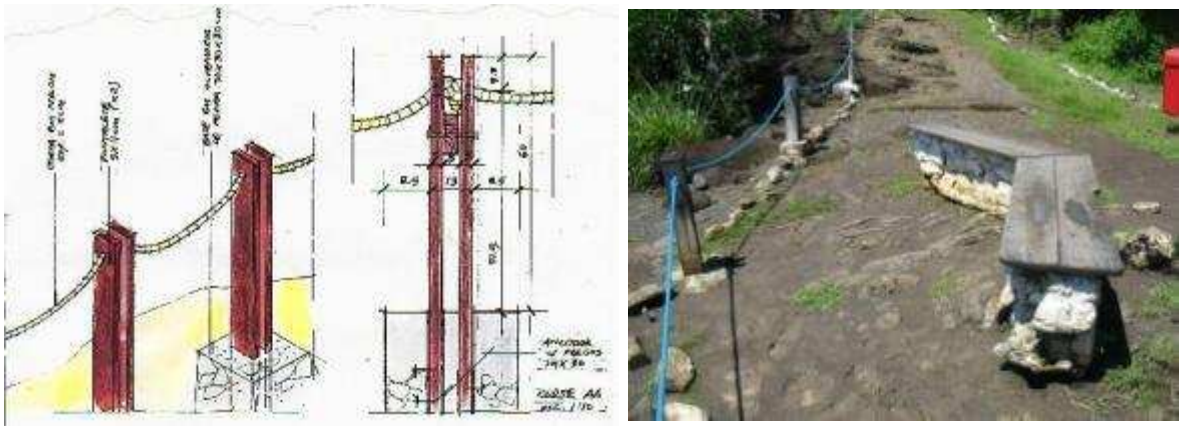
4.1.1.2 Pontes e guarda-corpos

O desenho desenvolvido para as pontes do Parque, conforme Alvarez (2001b), buscou conferir leveza ao projeto e estabelecer relação com os demais equipamentos do Parque. A técnica construtiva observou também a necessidade de execução sem equipamentos e mão-de-obra especializada, com um mínimo de impacto no ambiente (Figura 13).

(a) (b)

Figura 13: Em (a) modelo de ponte desenvolvido para o PARNAMAR-FN, localizado na trilha Sancho-Mirante dos Golfinhos; e em (b), detalhe da estrutura e guarda-corpo. Fonte: ALVAREZ (2001b, p.14).

Os guarda-corpos foram desenvolvidos com estrutura de madeira, cordas e fundações em concreto, sendo adotados para todas as situações em que os locais, devido ao grau de periculosidade, exigiam marcação de proteção de segurança. O objetivo do projeto era intervir minimamente na paisagem, observando que o desenho e o dimensionamento das peças remetem a outros elementos infra-estruturais do Parque (Figura 14).



(a) (b)

Figura 14: Em (a), desenho do Modelo de guarda-corpo desenvolvido para o Parque. Fonte: ALVAREZ (2001b, p.14); e em (b), guarda-corpo instalado em local de contemplação da paisagem na trilha do Sancho, observando-se à direita da imagem, um dos bancos em madeira e pedra de apoio à contemplação e descanso.

Em relação ao uso da madeira como principal material construtivo no projeto dos PICs, Alvarez (2001b, p. 18) destaca que:

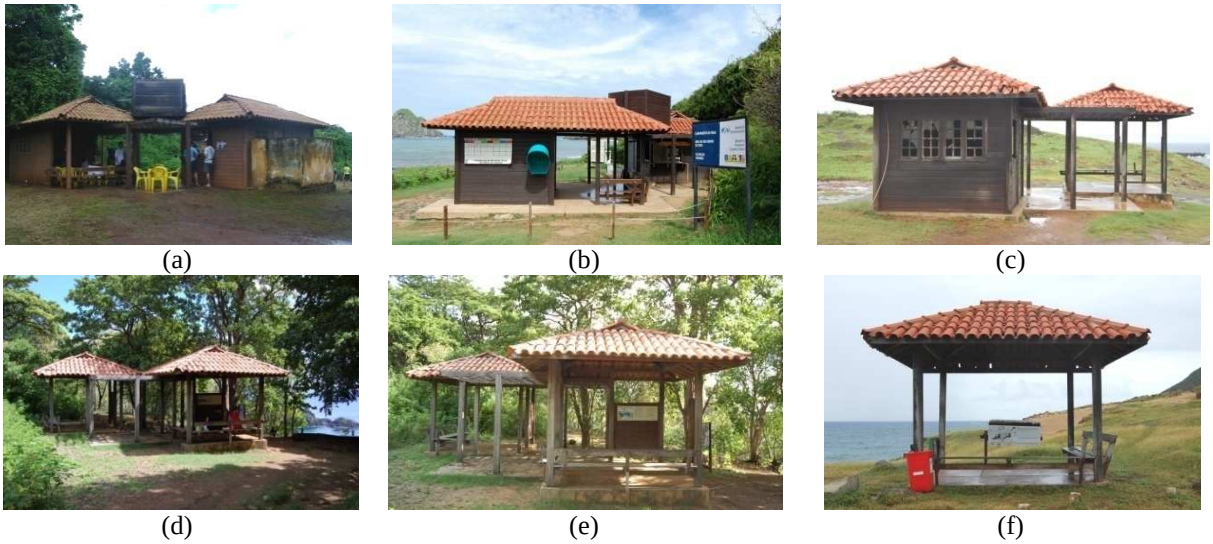
- A técnica construtiva buscou soluções convencionais de construção em madeira, tradicionais no mercado de pré-fabricação de casas, uma vez que seria muito difícil o

acompanhamento direto da execução da obra e a impossibilidade de contratação direta da empresa construtora;

- A modulação e a repetição de elementos, além de contribuírem para a criação de uma identidade no Parque, reduziram tempo e recursos na produção e montagem;
- O uso da madeira se justificou pelo fato de ser um material de baixo "custo ambiental", por ser de fonte renovável; e
- Em relação ao transporte, como o material deveria ser produzido no continente e transportado para a ilha, considerou-se a possibilidade de redução de custos com o pré-corte, sem a necessidade de transporte de "peso morto" representado pelos rejeitos das construções tradicionais.

4.1.2 Resultados

No PARNAMAR de Fernando de Noronha, foram percorridas as trilhas da Baía do Sancho e do Mirante dos Golfinhos, para avaliação do PIC Completo da Baía do Sancho, e de dois PICs Descanso Duplo, além de duas pontes e mirantes (bancos e guarda-corpos). Também foram visitados o PIC Completo da Praia do Sueste, o PIC Duplo da Praia das Caieiras e o PIC Descanso Simples do Mirante Buraco da Raquel (Figuras 15a a 15f).



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

Figura 15: Em (a), PIC Completo da Baía do Sancho; em (b), PIC Completo da Praia do Sueste; em (c) PIC Duplo Praia das Caieiras; em (d) PIC Descanso Duplo Baía do Sancho; em (e) PIC Descanso Duplo do Mirante dos Golfinhos; e em (f), PIC Descanso Simples do Mirante Buraco da Raquel.

Em linhas gerais, as obras de infra-estrutura do PARNAMAR encontram-se em estado de conservação precário, sendo o PIC Completo da Praia do Sueste o de estado geral mais

satisfatório, uma vez que é objeto de manutenções com certa periodicidade realizadas por iniciativa do locatário. As demais edificações variam em estado de conservação, sendo o PIC Duplo da Praia das Caieiras o que apresenta, atualmente, estado de abandono mais acentuado, inviabilizado o seu uso pelo turista.

Segundo entrevista com o gestor da UC, as construções da infra-estrutura do Parque, desde a sua implementação, não passaram por nenhuma reforma ou manutenção por iniciativa institucional, com exceção para o PIC da Praia do Sueste, conforme relatado e do PIC Completo do Sancho que passou por algumas intervenções em menor escala.

O gestor atribui a falta de manutenção a entraves burocráticos, engessamento institucional e a dificuldades de aquisição de materiais construtivos e de mão-de-obra. Por Fernando de Noronha se tratar de uma ilha oceânica, todos os materiais construtivos são trazidos do continente, o que eleva bastante o custo do frete. Contudo, está em elaboração um projeto de revitalização da infra-estrutura do Parque que tem por objetivo reverter essa situação de abandono.

Segundo entrevistas com os locatários dos PICs Completos, as manutenções são difíceis de serem realizadas devido às dificuldades de compra de materiais construtivos em Fernando de Noronha por questões burocráticas oriundas do modelo administrativo adotado para a ilha, como o fornecimento de licenças para aquisição, bem como o custo final dos produtos devido ao frete.

No PIC do Sancho, já foi realizada anteriormente a pintura e troca de portas, contudo, o locatário salienta que manutenções como essa são pouco frequentes. Segundo ele, das peças de madeira constituintes do quiosque, apenas as portas apresentaram problemas ocasionados por infiltração.

No PIC da Praia do Sueste, as manutenções são periódicas, quatro vezes ao ano, ou dependendo da necessidade. Segundo relato do locatário, esses procedimentos se configuram principalmente em pintura, manutenção de equipamentos e eletrodomésticos e revisão na instalação elétrica, pois devido à névoa salina e umidade, as fiações sempre estão úmidas sobre o forro.

Segundo o locatário do PIC do Sueste, o custo das manutenções em Noronha é mais elevado do que no continente, contudo a madeira facilita essa manutenção, pois os procedimentos são

relativamente simples, constando basicamente de lixamento das superfícies e pintura. Observa-se que a adoção da madeira como material construtivo em Fernando de Noronha, além do forte apelo ambiental e de inserção paisagística que o material enseja, também foi motivado pela possibilidade de manutenção pela própria mão de obra disponível no local (ALVAREZ, 2003). Durante os procedimentos de manutenção, não tem sido observado ataque de agentes biológicos na madeira, apenas sinais de umidade, principalmente na despensa, devido a problemas de vedação na cobertura.

Em relação ao ambiente natural do Parque, quando questionado sobre o uso do material de construção madeira, tanto em termos ambientais quanto paisagísticos, é de opinião do gestor que a madeira, além de estar em harmonia com a paisagem, é um material adequado, causando impacto positivo no ambiente, desde que sua procedência seja de plantio florestal.

Os locatários dos PICs Completos também consideram ser a madeira o material mais adequado para essas edificações, por ser durável e resistente, além de estar em harmonia com a paisagem.

Na opinião dos usuários (turistas), 56% dos entrevistados acreditam que essas construções não estão causando problemas para o ambiente do Parque e 86% afirmam que a madeira se harmoniza com a paisagem de áreas naturais, por se tratar de um material natural. Contudo, uma parcela significativa (27%) defende que as construções, simplesmente pelo fato de estarem no ambiente, já estão causando algum tipo de impacto (Gráfico 1).

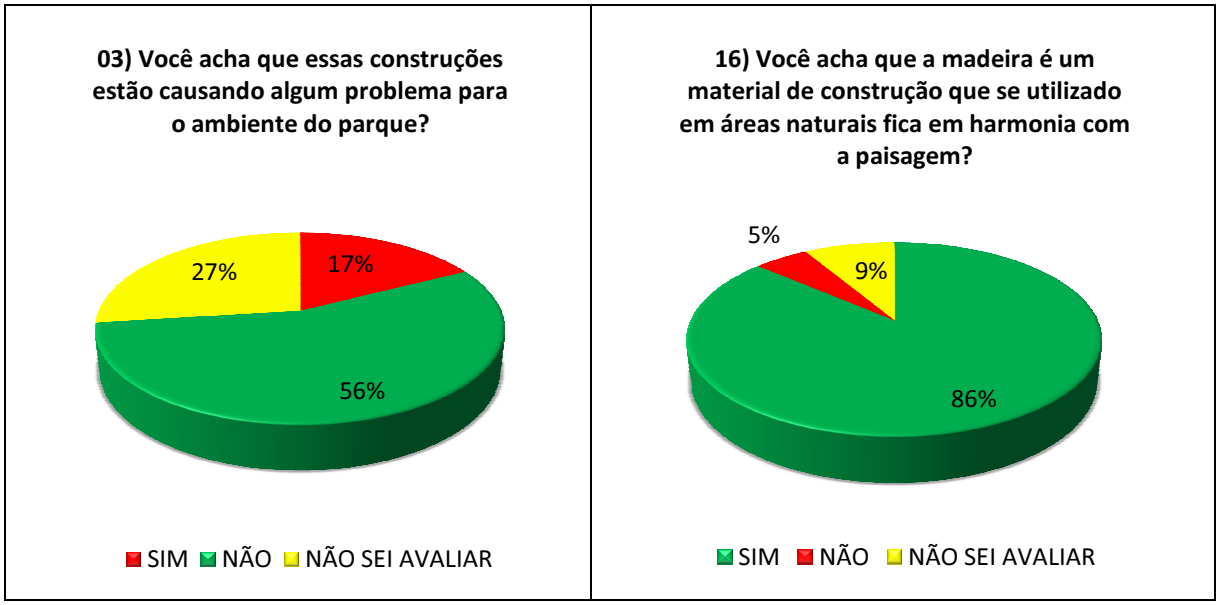


Gráfico 1: Respostas dos turistas para a relação das construções em madeira com o ambiente do PARNAMAR de Fernando de Noronha.

Sobre as possibilidades de utilização de outros materiais construtivos, 59% dos respondentes acreditam que não se deveria utilizar outro material no Parque. Alguns, (21%), sugerem que poderiam ser utilizados materiais reciclados ou até mesmo bambu, sendo que os demais alegam não saber avaliar corretamente a questão (Gráfico 2).

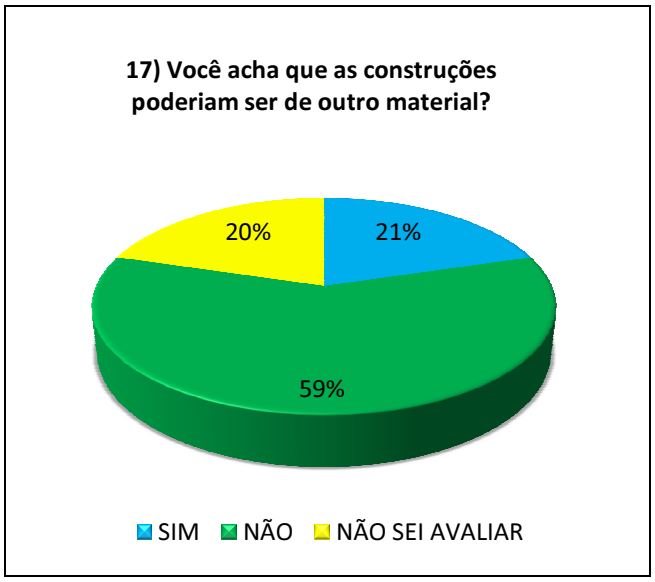


Gráfico 2: Respostas dos turistas para a possível adoção de outro material para as obras de infra-estrutura do PARNAMAR de Fernando de Noronha.

Em relação ao critério segurança estrutural, nos modelos avaliados, apesar de não terem passado por nenhuma ação de conservação e de estarem constantemente sob ação da névoa salina, o que se observou na avaliação técnica foi que as peças de madeira mais abrigadas das chuvas e da umidade ascendente do solo apresentam-se em estado satisfatório, principalmente pilares, peças de vedação das paredes e madeiramento das coberturas (Figura 16). No entanto, o mesmo não ocorre com os elementos de esquadrias e pergolados e algumas peças de bancos e guarda-corpos.

(a) **(b)**

Figura 16: Madeiramento da cobertura e pergolado do PIC Descanso Duplo do Mirante dos Golfinhos. Em (a), junção entre as peças do pergolado e o pilar de sustentação da cobertura; e em (b), detalhe da junção de peças do pergolado com o pilar de sustentação. Observa-se nas imagens a diferença de estado de conservação entre as peças de madeira, sendo em (b) perceptível o desgaste e o aspecto envelhecido (tom acinzentado devido à fotodegradação) bem mais acentuado do que verificado na imagem (a).

No PIC Completo da Baía do Sancho, as peças estruturais de madeira, de vedação das paredes e do madeiramento do telhado estão em bom estado (Figura 17a), exceção feita para as peças do pergolado e das esquadrias que apresentam desgaste devido ao uso e sinais de envelhecimento da madeira por ação das intempéries (Figura 17b).

(a) **(b)**

Figura 17: Em (a), pergolado de madeira que une os dois módulos do PIC Completo do Sancho. As peças apresentam desgaste pela ação direta das chuvas; e em (b), uma das portas do bar apresentando áreas de desgaste acentuado do material. As fendas que se formaram na porta servem atualmente de abrigo para mabuias (*Mabuya maculata*), pequeno réptil abundante na Ilha.

Nos demais PICs avaliados, observou-se as mesmas condições em relação ao quesito segurança estrutural. As peças protegidas apresentam estado satisfatório enquanto que o madeiramento que recebe ação direta das chuvas apresenta problemas estruturais com perigo de colapso (Figura 18), representando risco para a segurança do usuário, uma vez que algumas peças podem se desprender do conjunto edificado.

(a) (b)

Figura 18: Em (a), detalhe do pergolado do PIC Descanso Duplo da Baía do Sancho, observando-se rachadura no encaixe de um dos pilares de sustentação da estrutura; e em (b), detalhe de um dos pergolados do PIC Completo da Praia do Sueste, com destaque para as peças de madeira desconectadas.

Nos PICs avaliados, todas as peças basais das paredes estão em contato direto com a umidade que se acumula no piso, o que favorece a deterioração do material (Figura 19a). No PIC da Praia das Caieiras, entretanto, observou-se um desnível no piso que colabora para a proteção da parede de madeira do acúmulo de umidade (Figura 19b).

(a) (b)

Figura 19: Em (a), vista de uma das paredes do PIC Completo do Sancho. Observa-se o acúmulo de detritos que favorece a manutenção da umidade ascendente, verificada pela presença de limo nas primeiras tábuas do painel de vedação; e em (b), vista do que restou da porta do posto de fiscalização. Observa-se que o piso do posto apresenta um nível mais elevado que o restante do quiosque, o que é bastante satisfatório para evitar o acúmulo de umidade.

As pontes encontram-se em estado precário, apresentando leve movimentação quando solicitadas, desniveladas em seu eixo longitudinal, apresentando leve torção (Figura 20). Também foi observada perda de sua forma curva original que lhe conferia leveza e graciosidade. A madeira apresenta-se com aspecto envelhecido e algumas peças estão cobertas de limo. Em relação ao aspecto paisagístico, inserem-se no ambiente de forma harmônica integrando-se com o seu entorno imediato. É necessária uma avaliação criteriosa dessas pontes, especialmente em relação à segurança estrutural, visando o bem-estar dos usuários do Parque.

(a) **(b)**

Figura 20: Em (a), estrutura de uma das pontes da Trilha entre Sancho e Mirante dos Golfinhos escorada com estacas de madeira; e em (b), observa-se, leve torção em relação ao seu eixo longitudinal.

As peças de madeira utilizadas para os assentos dos bancos localizados ao longo das trilhas e nos mirantes naturais apresentam estados de conservação variados. Algumas tábuas, apesar de envelhecidas pela ação direta das intempéries, estão em boas condições; já outras encontram-se parcialmente destruídas. Observa-se ainda que não só as intempéries, mas também as ações de vandalismo colaboram para a deterioração da madeira demonstrando a suscetibilidade do material a esse tipo de agressão (Figura 21).

(a) **(b)**

Figura 21: Em (a), peças de madeira do assento de um banco com visíveis avarias; e em (b), madeira parcialmente destruída de um banco, destacando-se as marcas de vandalismo, como a escrita de nomes e datas de visitação.

Nos guarda-corpos do Parque, observou-se que as peças de madeira também podem atuar como proteção para elementos metálicos. Os parafusos que permaneceram no interior de peças de madeira, utilizadas como conectores entre dois pilaretes, permaneceram estruturalmente em bom estado, ao passo que outros que perderam a proteção sofreram ação direta da névoa salina e sofreram processo corrosivo acentuado (Figura 22), perdendo sua função estrutural. Tal “efeito” da madeira já tinha sido observado anteriormente, no processo de desmonte da primeira Estação Científica do ASPSP (POTRATZ, 2008) bem como no desmonte do Refúgio Padre Balduíno Rambo na Antártica (ALVAREZ; CASAGRANDE, 2005).

(a) **(b)**

Figura 22: Em (a), pilarete de um guarda-corpo em bom estado geral. Observa-se que o parafuso de junção dos pilares está protegido por uma peça de conexão; e em (b), detalhe do parafuso de junção das peças bastante avariado pela corrosão.

No que concerne à segurança contra incêndios, os PICs mais problemáticos são os de modelo Completo, pois possuem instalações elétricas e equipamentos como fogão a gás e *freezers*. Considerando a característica inflamabilidade da madeira, faz-se necessário que essas edificações possuam elementos de combate a incêndios como extintores, fato que só foi observado no PIC Completo do Sueste. Outro fator complicador é o fato de essas edificações estarem muito próximas da vegetação, podendo, em caso de sinistro, disseminar o fogo pelo Parque, principalmente nas épocas de estação seca em Noronha.

Nos requisitos relacionados à habitabilidade das edificações, no que diz respeito à permeabilidade à umidade, alguns pontos das coberturas avaliadas apresentam problemas de infiltração, cuja umidade está atingindo os pilares e demais peças do madeiramento do telhado (Figura 23). Foram observadas poucas fendas entre peças de vedação das paredes, o que pode ser um indício de que foi utilizada madeira adequadamente seca.

(a) (b)

Figura 23: Em (a), ponto de junção entre cobertura e pergolado, constatando-se a falta de algumas telhas que ocasionam a infiltração de água e destruição paulatina das peças estruturais; e em (b), aspecto do telhado do PIC Duplo da Praia das Caieiras apresentando várias falhas na cobertura. A razão da formação dessas fendas nas telhas ainda não foi esclarecida, mas segundo relato dos fiscais do parque, suspeita-se de processo corrosivo sofrido por componentes químicos do material. Contudo, trata-se de um caso isolado.

Alguns PICs, em relação ao item permeabilidade à umidade, apresentam-se em melhor estado quando comparado com outro semelhante, como o PIC da Praia do Sueste e os PICs de Descanso Duplo (Figuras 24 e 25).

(a) **(b)**

Figura 24: Em (a), vista geral do PIC Completo da Praia do Sueste; e em (b), vista de parte do madeiramento do telhado da mesma edificação.

(a) **(b)**

Figura 25: Em (a), vista geral do PIC Descanso Duplo do Mirante dos Golfinhos; e em (b), vista inferior do madeiramento do telhado da mesma edificação.

Em relação à permeabilidade à ventilação, não foi relatada nas entrevistas com os locatários a percepção de correntes de ar indesejáveis pelas edificações, que poderiam ser causadas, por exemplo, por fendas entre as peças de vedação das paredes ocasionadas pelo trabalhar natural das peças, em caso do uso de madeira verde, ou por problemas em encaixes.

Na avaliação técnica dos PICs da Baía do Sancho e da Praia do Sueste, em relação às medições de conforto ambiental, o tempo reduzido de permanência em Fernando de Noronha - apenas 4 (quatro) dias -, não possibilitou uma medição continuada, por um período maior, como realizada nos outros casos desta pesquisa.

Para a avaliação do conforto higrotérmico, foram instalados relógios termo-higrômetros nos PIC da Baía do Sancho e da Praia do Sueste. No Sancho, foram realizadas medições ao longo

de seu tempo de funcionamento, em três horários: às 9:00 h, às 12:00 h e às 15:30 h, durante um dia, ressaltando-se que o PIC foi fechado às 16:00 h. Foram fixados dois aparelhos no bar (T1 e T2), em alturas diferenciadas (210 cm e 30 cm respectivamente), e também 2 aparelhos no *hall* de acesso dos sanitários (T3 e T4).

Foram realizadas também medições de velocidade do vento com a utilização de anemômetro no interior dos ambientes, e medidas da temperatura externa com um termômetro específico fixado em local protegido da incidência solar direta. As medições foram realizadas nos mesmos intervalos de tempo e os Gráficos 03, 04, 05 e 06 apresentam os resultados das medições realizadas com os equipamentos termo-higrômetros, termômetro e anemômetro.

No Gráfico 3, observa-se que no ponto mais quente do dia (31,1 ºC), a diferença entre a temperatura externa e interna, no ponto mais alto de medição do bar foi de 2,6º C, momento em que foi medida a maior umidade no ambiente (Gráfico 4). Tanto no horário da manhã quanto no da tarde, as temperaturas internas e externas praticamente se igualaram. Observou-se declínio da umidade no período da tarde. Conclui-se que apesar da elevação da temperatura externa, a temperatura interna manteve-se constante, elevando-se lentamente.

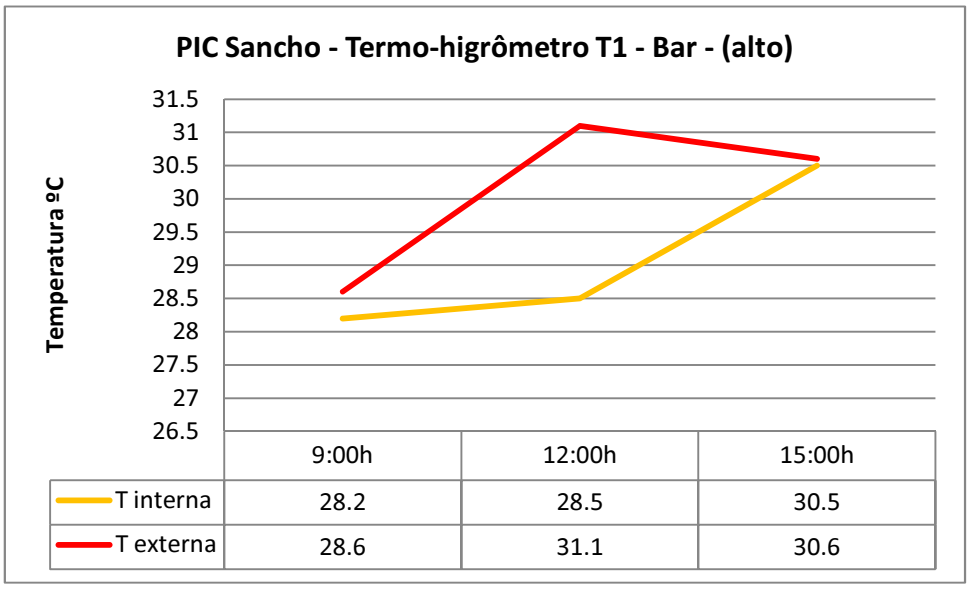


Gráfico 3: Variação das temperaturas interna e externa medidas pelo relógio termo-higrômetro T1.

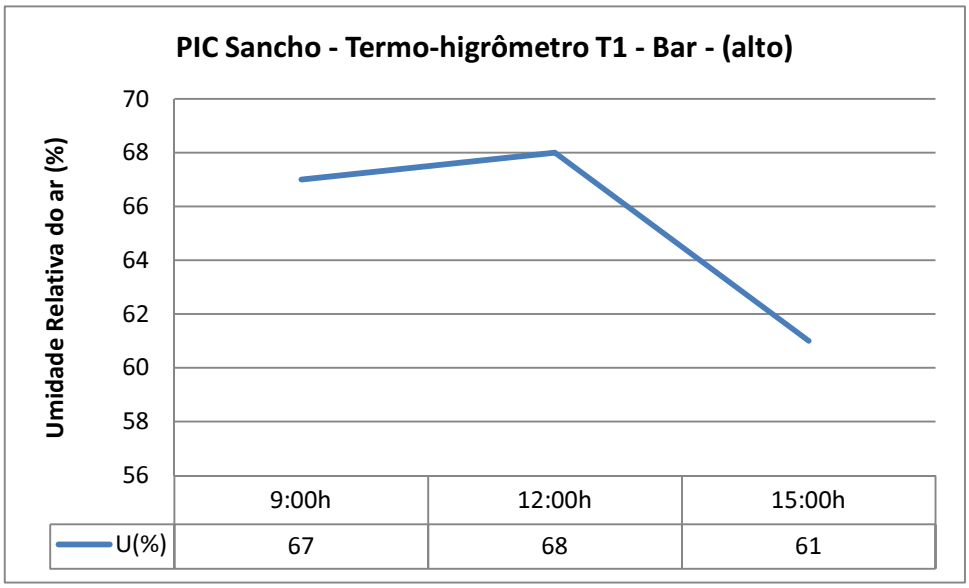


Gráfico 4: Variação da umidade relativa do ar medida pelo relógio termo-higrômetro T1.

No aparelho T2, instalado na parte baixa da parede (Gráfico 5), observou-se uma diferença menor de temperatura às 12:00 h (2,1º C), diferença que diminuiu no período da tarde (1,7º C). Observa-se que a temperatura interna, neste termômetro, estava mais alta que a externa. Pode ter colaborado para isso a diminuição da velocidade do ar, o que facilitaria a saída do ar quente do ambiente (Gráfico 6).

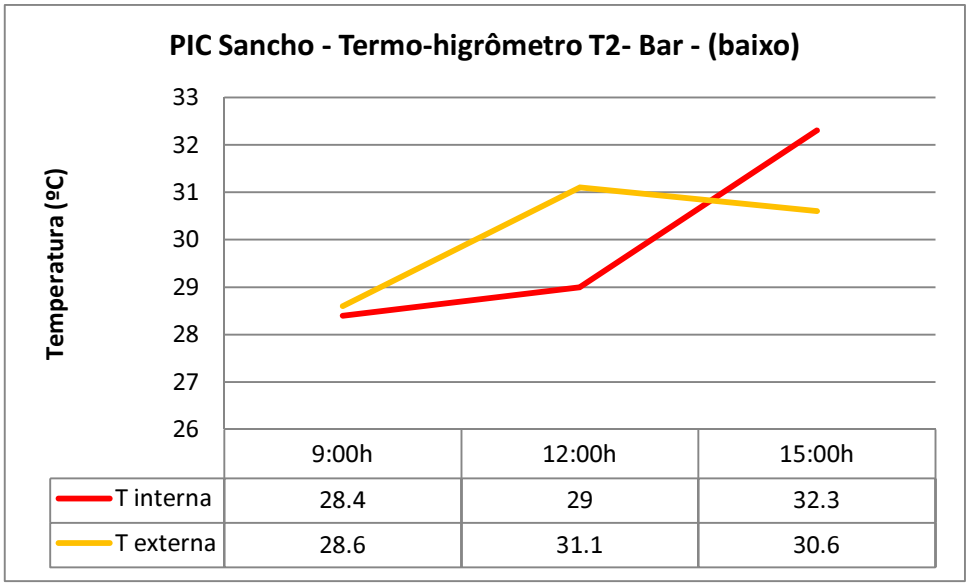


Gráfico 5: Variação da temperatura interna e externa registradas pelo termo-higrômetro T2.

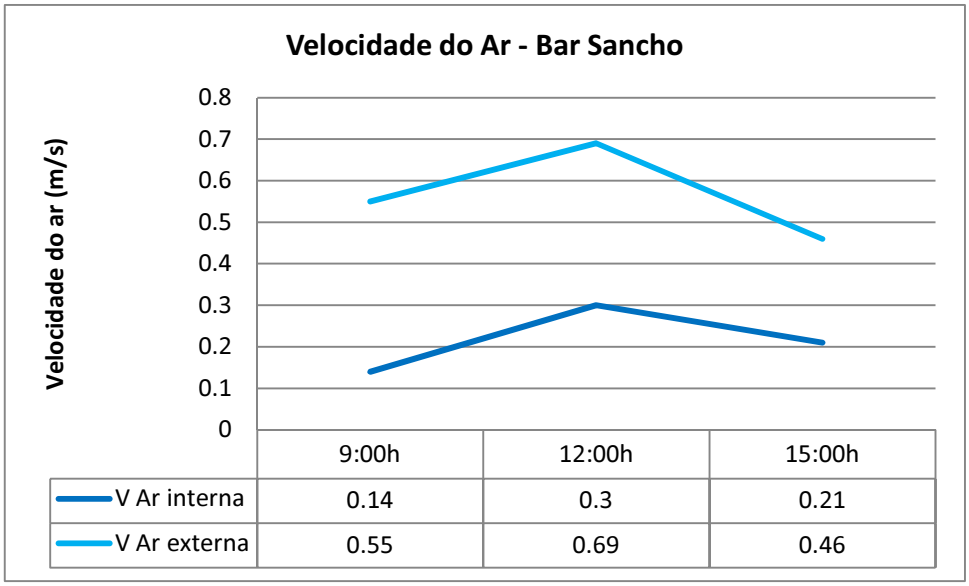


Gráfico 6: Variação da velocidade do ar interna e externa medida no bar do PIC Completo do Sancho.

No Gráfico 7, que apresenta os valores medidos pelo aparelho T3, instalado na parte alta da parede da janela do *hall* dos sanitários, observam-se diferenças mais significativas de temperaturas internas em comparação com a temperatura externa nos três horários de medição e um aumento dos valores de umidade relativa do ar (Gráfico 8). Nos horários da manhã e da tarde, a diferença entre as temperaturas é a mesma (1,7ºC). No horário de 12:00 h, período mais quente do dia, observou-se uma diferença de temperatura maior (3,2ºC) do que observado no aparelho T1, instalado no bar, na mesma altura.

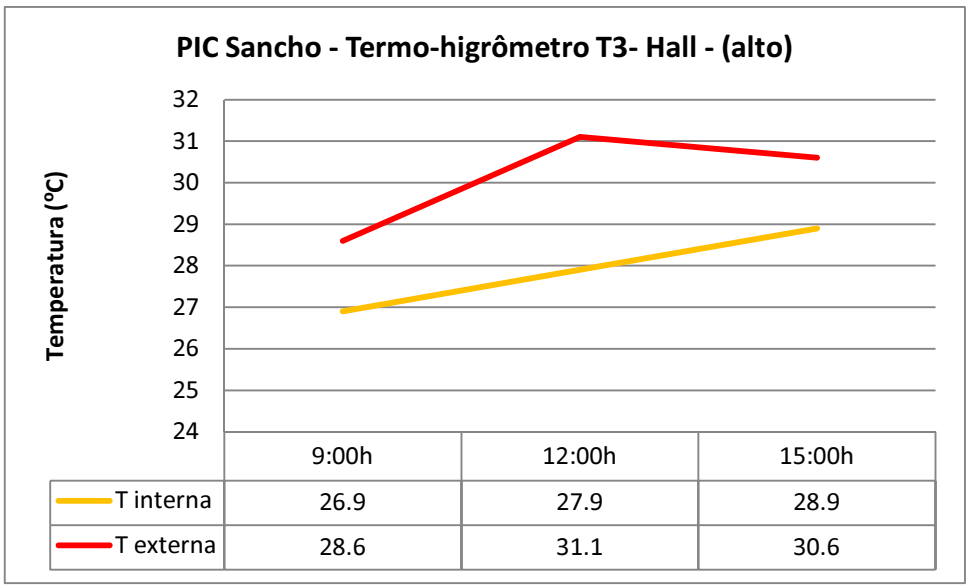


Gráfico 7: Variação da temperatura interna medida pelo termo-higrômetro T3.

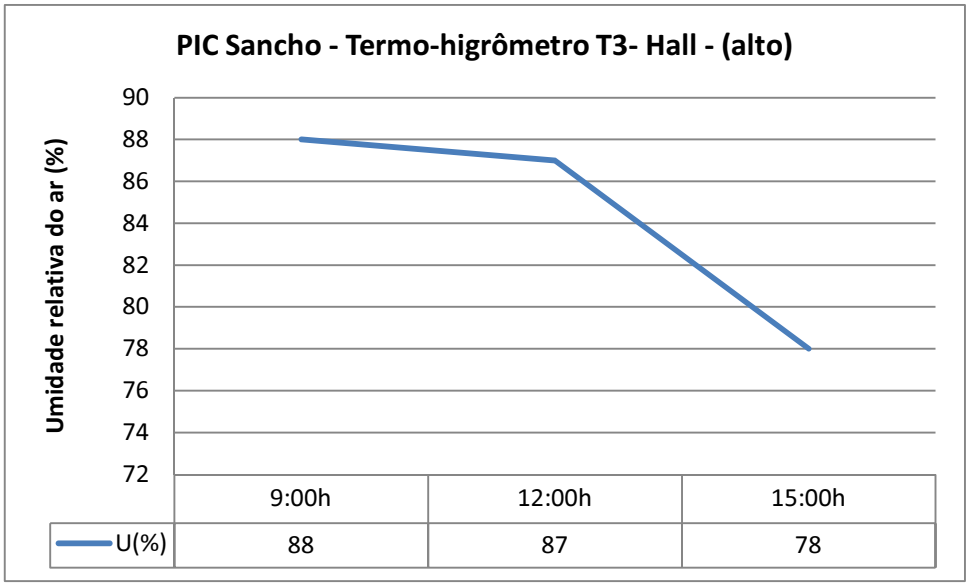


Gráfico 8: Variação da umidade relativa do ar medida pelo termo-higrômetro T3.

O Gráfico 9 apresenta os resultados medidos pelo aparelho T4, instalado no *hall* dos sanitários em altura baixa. Observa-se que a temperatura interna permaneceu sempre abaixo da externa, com destaque para o meio-dia, em que a diferença foi de 3,7°C, situação satisfatória segundo a NBR 15757-1 (ABNT, 2010).

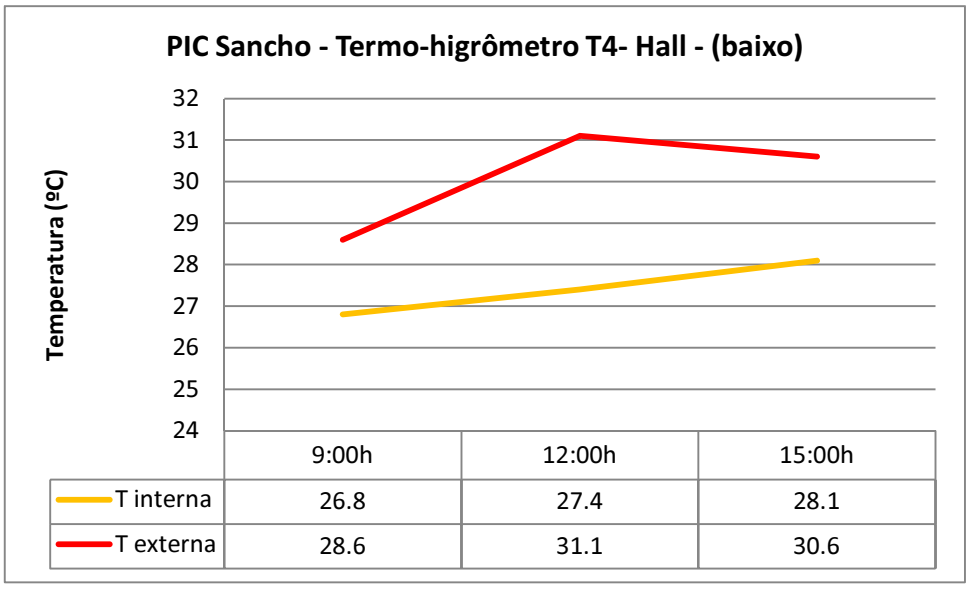


Gráfico 9: Variação da temperatura registrada pelo termo-higrômetro T4.

O que se observa em relação aos ambientes avaliados no PIC do Sancho é que o *hall* dos sanitários é mais fechado e protegido em relação ao bar e não possui equipamentos geradores de calor, sendo perceptivelmente mais fresco. Nota-se uma diferença significativa (4,2ºC) entre as temperaturas dos termômetros baixos (T2 e T4), instalados em ambientes diversos, às 15:00 h. Além disso, a porta de acesso do Bar à área de serviço permanece sempre fechada o

que contribui para o desconforto do locatário em termos térmicos e lumínicos, pois dificulta a ventilação cruzada e diminui o aporte de luz natural para o interior do ambiente (Figura 26).

(a)

(b)

Figura 26: Em (a), vista interna do Bar do PIC do Sancho, com prateleira em local inadequado na frente da janela; e em (b), vista da área de apoio que não está sendo utilizada, cuja porta de acesso permanece sempre fechada. Observa-se o estado de deterioração e abandono do ambiente, com crescimento de vegetação nas fendas do piso e limo acumulado.

No PIC Completo do Sueste, só foi possível realizar medições de temperatura e umidade em um único horário devido ao tempo disponível de permanência na Ilha. O termo-higrômetro (T1) instalado num ponto alto no Bar do quiosque registrou temperatura de 27.8º C e 87 % de umidade relativa do ar. O aparelho T2, instalado em altura baixa, registrou 27.7º C e 73 % de umidade. A temperatura externa nesse horário era de 28.4º C. Assim, a diferença entre temperatura interna e externa foi de 0.6º C.

Apesar da diferença de temperatura observada entre o exterior e o interior das edificações, com o interior apresentando temperatura um pouco mais abaixo do que o exterior na sombra, os locatários relataram que se sentem desconfortáveis com o calor em momentos de pouca ventilação e ressaltam que a coloração escura das paredes colabora para aumentar o calor interno do ambiente.

Para a avaliação do conforto lumínico, foram realizadas medições de iluminância nos ambientes Bar dos PICs Completos do Sancho e da Praia do Sueste, segundo uma malha de 9 pontos. Também foram medidas as iluminâncias (em lux) nos sanitários desses PIC, em apenas um ponto, às 11:00h. Os valores encontrados estão discriminados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de CLD e Iluminância medidos nos PIC do Sancho e da Praia do Sueste.

	CLD	**Iluminância (lux)**		
Ambientes:	Bar	Sanitário Masc.	Sanitário Fem.	*Hall* sanitários
PIC Completo Sancho	2.33%	35	32	49 e 356
PIC Completo Sueste	5.02%	1159	552	-

Segundo a Tabela 2, apresentada na Metodologia, adaptada a partir de Roriz (2008) e utilizada como referencial, os valores de CLD estão acima do mínimo necessário (2% na Europa e 0,7% no Brasil) para garantir a qualidade da iluminação natural no ambiente. O *hall* dos sanitários do PIC do Sancho apresentou, para o mesmo horário, 49 lux para um ponto mais afastado da porta e 356 lux para um ponto mais próximo dessa abertura. O mínimo para áreas de circulação é 100 lux, segundo NBR 5413 (ABNT, 1992). Não foi realizada medida da iluminância no *hall* do PIC da Praia do Sueste, devido a alterações de *lay-out* nesse ambiente que foi incorporado a uma nova área de depósito.

As condições de céu neste dia apresentavam-se como parcialmente nublado, o que colaborou para a redução da iluminância nos ambientes considerados. Ressalta-se que os resultados das medições de conforto visual estão vinculados diretamente com as decisões projetuais, com pouca interferência direta do desempenho do material construtivo. No entanto, observa-se que os materiais construtivos também interferem diretamente no projeto, como por exemplo, no dimensionamento das aberturas, sendo, consequentemente, uma informação adicional de considerável relevância na avaliação final dos resultados.

Para a avaliação do conforto acústico, foram realizadas medições nos PICs do Sancho e do Sueste em 8 (oito) pontos externos às edificações e também medições internas. No PIC do Sancho, durante as medições, estava ligado um aparelho sonoro no bar (rádio). A média dos pontos externos (ruído de fundo) foi de 43,4 dB, enquanto no ambiente bar, com o som ligado, foi medido 65.3 dB. No *hall* de sanitários, com a porta fechada, foi medido 44.7 dB, ou seja, a envoltória de madeira reduziu em 20.6 dB a pressão sonora de um ambiente para outro.

No PIC do Sueste, a média do nível de pressão sonora dos pontos externos foi de 53,2 dB, enquanto no ambiente Bar mediu-se 59,7 dB e na cozinha, com a porta fechada, 50,4 dB. Assim, observa-se que a redução à transmissão dos ruídos foi de 9.3 dB. Durante as medições, observou-se som eletrônico no ambiente do bar.

Segundo a NBR 10.152 (ABNT, 1987), que recomenda para áreas de circulação faixa de ruído de 40-50 dB, o nível de pressão sonora medido para o *hall* dos sanitários está numa faixa aceitável. Os níveis sonoros medidos nos bares dos dois PIC estavam um pouco acima da média (40-50 dB, para restaurantes), contudo, considera-se a presença de som ambiente no momento da medição, o que colaborou para o aumento do ruído.

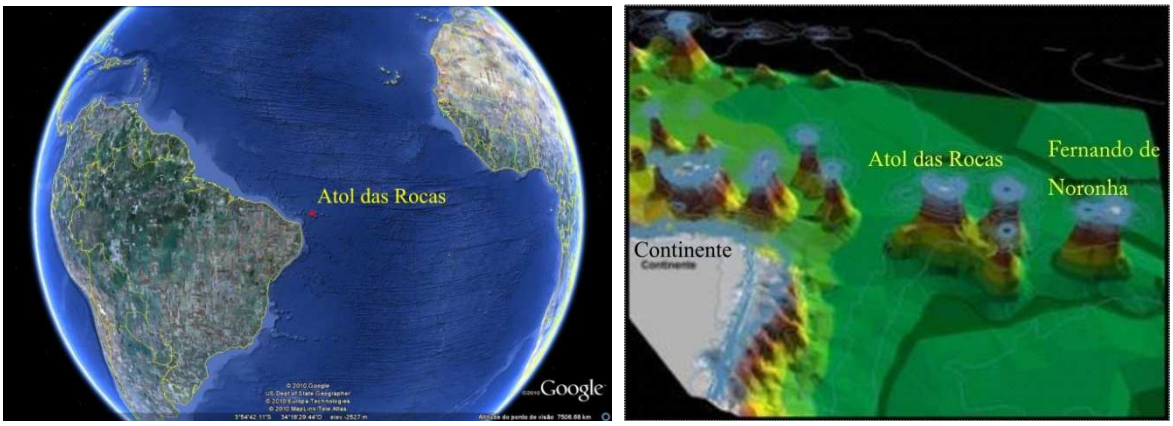
Em relação à qualidade do ambiente interno, não foi relatada pelos locatários a percepção de odores desagradáveis provenientes da madeira. Na avaliação técnica, isso se confirmou, apesar de não terem sido feitas medições de qualidade do ar, nesse sentido; configurando-se como possíveis desdobramentos deste trabalho tal avaliação.

Segundo a NBR 15575-1, em relação ao Conforto Tátil e Antropodinâmico, a edificação não deve prejudicar o desenvolvimento das atividades do usuário “quanto ao caminhar, apoiar, limpar, brincar e semelhantes”, não devendo também apresentar “rugosidades, contundências, depressões ou outras irregularidades nos elementos, componentes, equipamentos e quaisquer acessórios ou partes da edificação” (ABNT, 2010, p. 30). No que diz respeito ao conforto tátil e antropodinâmico, os locatários consideraram agradável a sensação ao toque na madeira e se dizem seguros dentro de uma edificação de madeira.

A Tabela 4, ao final deste capítulo, apresenta uma síntese dos requisitos que foram avaliados na inspeção técnica, com os valores atribuídos e com os respectivos pesos.

4.2 ESTUDO 02: RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ATOL DAS ROCAS

Patrimônio natural de beleza cênica singular, o Atol das Rocas (03º 45’ a 03º 56’ Lat. Sul e 33º 37’ a 33º 56’ Long. Oeste) é formado por um recife anelar elíptico de aproximadamente 7,5 km², de eixos E-W e N-S aproximados, de 3,7 Km e 2,5 Km, que se formou sobre uma montanha submarina de origem vulcânica, pertencente à Zona de Fratura de Fernando de Noronha (Figura 27). Dista cerca de 260 km a E-NE de Natal-RN e 145 km a W do Arquipélago de Fernando de Noronha – PE (KIKUCHI, 2002, p. 379-380).



(a) (b)

Figura 27: Em (a), localização aproximada do Atol das Rocas (Mapa base: Google Earth-Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em: 31/05/2009); e em (b), cadeia de montanhas submarinas de Fernando de Noronha. Fonte imagem-base: Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA. In: ICMBIO (2009).

Segundo Ribeiro (1992, p. 18, apud ALVAREZ, 2001, p. 4), "um atol pode ser compreendido como (...) um gigantesco edifício de corais que se criou sobre um vulcão extinto (...). O Atol é chapado, raso, plano como uma bolacha boiando na água. É como uma ilha que não deu certo, não cresceu" (Figura 28).

Figura 28: Vista geral do Atol das Rocas com a seta apontando para a Ilha Farol. Fonte da imagem: Força Aérea Brasileira - FAB

Segundo Kikuchi (2002, p. 380), o Atol das Rocas é um sítio geológico, pois se constitui como um recife, depósito carbonático resultante da atividade orgânica construtora de organismos bentônicos em resposta a fatores ambientais; um sítio paleontológico, porque foi construído dominantemente por algas coralinas e secundariamente por corais; e um sítio

ecológico, pois abriga um grande número de aves marinhas residentes e migratórias, oferecendo-lhes um local de repouso, de alimentação e reprodução.

Basicamente, podem-se distinguir na geomorfologia do Atol das Rocas os seguintes compartimentos: a frente recifal, o platô recifal e a laguna. O platô recifal é constituído do anel recifal e do depósito arenoso. Nele, estão localizados os canais, as piscinas e as ilhas arenosas. O perímetro externo do platô recifal é delimitado pela margem recifal. No anel recifal, encontram-se as “rocas” ou cabeços residuais (KIKUCHI, 2002).

Durante a maré cheia, grande parte do Atol das Rocas é coberta pelas águas, ficando somente emersos o anel recifal e as ilhas arenosas: as ilhas do Farol e do Cemitério. O solo das ilhas é predominantemente de composição calcárea impregnado pelo guano das aves marinhas. A vegetação nesses locais é herbácea, adaptada às condições ambientais de inexistência de fontes de água doce, forte salinidade e de intensa luminosidade (ICMBio, 2009). Na paisagem, destacam-se os coqueiros exóticos introduzidos no Atol pelo homem (Figura 29), como uma forma de sinalização para os navegantes, visto a quase inexistência de elevações.

Figura 29: Aspecto paisagístico da Ilha do Farol.

Dados climáticos medidos no ano de 1992 informam que a precipitação de chuvas no Atol varia durante o ano de 183 mm (abril/1992) a 2663 mm (agosto/1992) com média de 860 mm. A temperatura varia de 17,5° (abril) a 35,8° (fevereiro). Os ventos dominantes de direção ESE apresentam velocidade que varia de 6 a 10 m/s, podendo se elevar para níveis de 11 a 15 m/s no inverno e acima de 20 m/s durante o verão. A temperatura média da água na parte externa é de 27°C,

variando de 25,5° C a 28°C. Dentro do Atol, a temperatura da água pode chegar a 39°C nas piscinas (KIKUCHI, 2002, p. 381).

A importância do Atol das Rocas, único atol do Atlântico Sul, deve-se ao fato de se constituir, juntamente com o Arquipélago de Fernando de Noronha, em um ambiente insular oceânico importante para a reprodução de aves marinhas no país, abrigando milhares de aves endêmicas e migratórias ameaçadas de extinção. Além de ser um importante sítio de reprodução de tartarugas marinhas, como a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), e de espécies de peixes como o tubarão-lixa (*Ginglymostoma cirratume*) e o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), o Atol também é local de abrigo para espécies de crustáceos, moluscos e corais (ICMBio, 2009).

Excedendo–se ao perímetro do Atol, a Reserva Biológica do Atol das Rocas, primeira Unidade de Conservação Marinha do Brasil, criada através do Decreto-Lei N º 83.549 de 5 de junho de 1979, pelo extinto Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, possui uma área total de 36.249 ha (porção terrestre e marítima) delimitada pela isóbata de 1000m. Juntamente com os Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo conformam uma Área de Proteção Ambiental (ICMBio, 2009).

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, Lei Federal Nº 9.985/2000, uma Reserva Biológica constitui-se em uma unidade de proteção integral, de posse e domínio público, de visitação pública proibida, exceto para as atividades educacionais e de pesquisa científica, desde que autorizadas pelo órgão que administra a unidade (BRASIL, 2000), no caso o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio.

4.2.1 A primeira Estação Científica

Em 1993, foi construída a primeira Estação Científica da Reserva Biológica do Atol das Rocas - com somente 18 m², atingindo 69.30 m² quando acrescentada a projeção dos amplos beirais -, com o objetivo de se tornar a sede da pesquisa científica no Atol e abrigar os pesquisadores e fiscais da reserva (Figura 30). Os principais condicionantes considerados para o desenvolvimento do projeto da Estação foram a “ausência de infra-estrutura de apoio, condições climáticas extremas e minimização do impacto ambiental, além da carência de recursos financeiros” (ALVAREZ, 2001a).

(a) (b)

Figura 30: Em (a), vista da primeira Estação Científica do Atol das Rocas durante a sua construção; e em (b), aspecto da Primeira Estação após finalização da obra. Fonte das imagens: Cristina Engel de Alvarez.

O programa projetual consistiu do desenvolvimento de um refúgio em madeira para suprir as necessidades básicas de quatro pessoas por um período de permanência de 20 dias. Foi adotada uma modulação básica que possibilitasse o transporte das peças de madeira através de um bote inflável com motor de popa, sendo projetados dois ambientes internos: cozinha e dormitório com cobertura de duas águas e beirais sombreadores formando amplos avarandados (Figura 31).

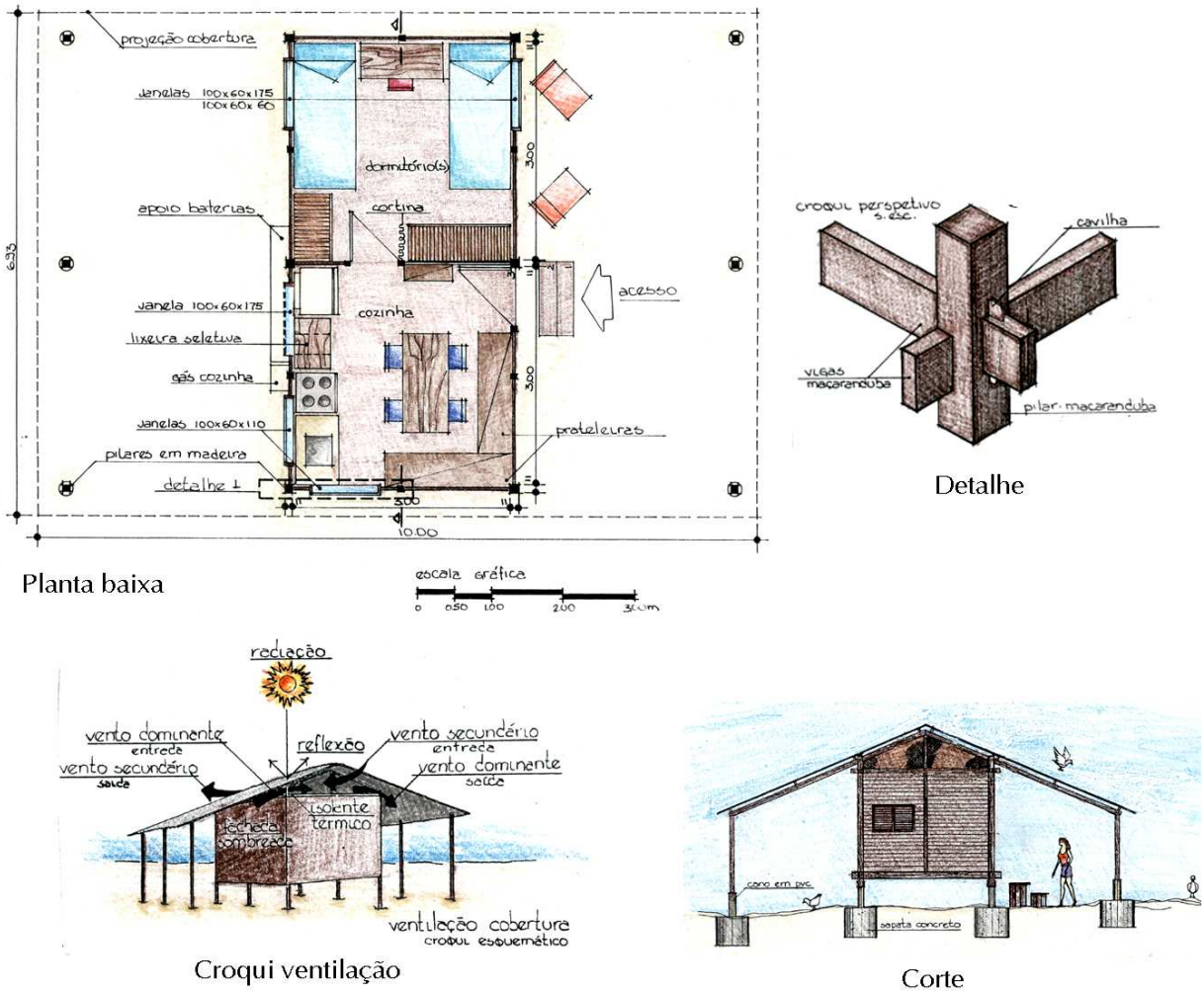


Figura 31: Desenhos básicos do projeto arquitetônico e estrutural. Fonte: ALVAREZ (2001a, p. 12).

Buscando o conforto do usuário e adotando estratégias de reconhecimento das características do lugar a partir da leitura do ambiente, a proposta arquitetônica considerou a necessidade de criação de elementos sombreadores e ventilação abundante, sendo criado um ático ventilado sob a cobertura como estratégia de dissipação do calor acumulado entre forro e cobertura, e ampla ventilação cruzada e controlável nos ambientes. Assim, foram adotadas janelas venezianadas com aletas móveis que permitem o controle da ventilação (Figura 32a), dimensionadas a partir de estudos de simulação higrotérmica como instrumento auxiliar no processo de projeto (ALVAREZ, 2001a).

Devido à presença no Atol de ratos, baratas e escorpiões oriundos de naufrágios ou de materiais descarregados em terra, foi necessário desenvolver estratégias projetuais que impedissem o acesso desses insetos e roedores à nova edificação. Para tanto, o refúgio foi projetado sobre pilotis e os pilaretes revestidos com tubos de PVC rígidos, solução semelhante à comumente adotada em silos para proteção de grãos (Figura 32b).

(a) (b)

Figura 32: Em (a), janelas venezianadas adotadas para o Atol, modelo tradicional na região Nordeste do Brasil; e em (b), vista de um dos pilaretes revestidos com tubo de PVC para impedir o acesso de roedores à edificação.

A utilização de pilotis propiciou também maior ventilação e proteção da edificação em relação a uma possível elevação da maré. Foram colocadas também telas de proteção nos oitões nas aberturas do ático, para impedir o acesso de roedores, caso conseguissem subir pelas paredes de madeira da Estação.

Não foi projetado um sanitário para a Estação Científica por solicitação dos usuários que alegavam dificuldade de limpeza e manutenção devido à escassez de água doce, bem como em função de uma indesejável concentração de dejetos de esgoto e de elementos químicos não compatíveis com o ambiente local. Também se observou, na época, uma resistência dos usuários que temiam a perda do caráter “natural” durante a estadia no Atol (ALVAREZ, 2001a).

A escolha do local de implantação teve por diretrizes a redução do impacto ambiental para a construção; a redução do impacto ambiental no uso da edificação; a escolha de local seguro em relação à maré máxima (maré de sizígia); a proximidade ao ponto de desembarque de pessoal e material para a construção e posterior uso da Estação; e a orientação solar adequada em relação ao vento dominante (ALVAREZ, 2001a).

Assim sendo, após avaliação da ilha, escolheu-se um local no centro da Ilha do Farol com cerca de 1,5 m de altitude, mais seguro em relação à maré e já impactado pelos sucessivos acampamentos. Além dos condicionantes já relatados, a edificação deveria ser desmontável, devido à movimentação natural da ilha do Farol provocada pelos processos de erosão e deposição de sedimentos, podendo ser relocada, caso necessário.

Um condicionante adicional foi a precariedade de recursos, tanto para a construção como para a posterior manutenção, surgindo assim um condicionante adicional de desenvolvimento de uma técnica construtiva que utilizasse, ao máximo, os encaixes madeira- madeira, evitando assim conectores e demais elementos metálicos passíveis de corrosão.

As peças de madeira do *kit* de montagem da Estação Científica foram produzidas pelo Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, em Brasília, em 1992. Foi realizada também uma pré-montagem de teste visando avaliar o *kit* e antever possíveis dificuldades com a montagem definitiva.

Embora todas as peças já tivessem sido produzidas, foi necessário um ano de espera por recursos financeiros para a realização do transporte, que só se tornou possível com o auxílio da PETROBRÁS S.A., sendo então realizada a construção no Atol em 1993 (ALVAREZ, 2001a).

Em 1995, devido à movimentação natural da Ilha do Farol, a edificação ficou muito próxima da linha de maré e pelo risco de ser invadida pelo mar, foi necessário realizar a sua relocação. Isso possibilitou testar a eficiência do sistema construtivo adotado, comprovando o acerto nas decisões arquitetônicas. A tarefa foi executada no prazo previsto com o mínimo de perda de material (ALVAREZ, 2001a).

4.2.2 A segunda Estação Científica

Posteriormente, sentiu-se a necessidade da construção de uma nova Estação Científica para atender a novas demandas da pesquisa no Atol das Rocas e que agregasse melhorias, tais como um laboratório, mais vagas em alojamentos e maior área útil para vivência e guarda de materiais.

O projeto da nova Estação Científica foi desenvolvido pelo LPP/UFES, que participou também de sua montagem, sendo que o *kit* com as peças de madeira foi produzido por uma empresa privada, escolhida com a assessoria da equipe responsável pela realização do projeto. Durante o processo de concepção, o projeto arquitetônico precisou ser adaptado segundo o sistema construtivo padrão da empresa, contudo, algumas soluções novas foram desenvolvidas especificamente para esse projeto.

O planejamento e projeto da nova Estação Científica foram baseados em resultados obtidos em estudos anteriores desenvolvidos em situações semelhantes, como os procedimentos de

Avaliação Pós-Ocupação da primeira e da segunda Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, do refúgio Emílio Goeldi e das obras de revitalização da Estação Antártica Comandante Ferraz na Antártica, bem como da primeira Estação Científica do Atol das Rocas.

As decisões projetuais foram tomadas a partir do levantamento dos condicionantes logísticos, ambientais, físicos e psicológicos, considerados como fatores de interferência no processo (Quadros 12). O ambiente inóspito do Atol das Rocas determina a adoção de estratégias projetuais diferenciadas em relação aos processos construtivos tradicionais dos centros urbanos. A distância do continente e a impossibilidade de aquisição de materiais durante a montagem numa ilha oceânica exigem um planejamento apurado e detalhado de todas as etapas da construção.

CONDICIONANTES		DECISÕES DE PROJETO
Logísticos	Limitação dos meios de transporte	Adoção de sistema pré-fabricado adaptado para a situação mais restritiva de transporte. No caso do Atol, bote inflável.
	Limitação dos recursos financeiros	Adoção de técnica construtiva compatível com os recursos disponíveis, bem como com materiais e equipamentos disponíveis no mercado nacional.
Ambientais	Inserção na paisagem	Relação harmônica com o ambiente natural, porém com presença marcada da edificação no Atol das Rocas.
	Energia e água potável	O projeto da nova Estação Científica prevê o desenvolvimento e instalação de um sistema de produção de energia fotovoltaica e, eventualmente, de um sistema de dessalinização da água do mar.
	Materiais construtivos básicos	Foi utilizada a madeira como principal material construtivo, por ser um material renovável e reutilizável, além de possuir baixa energia incorporada em seus processos de produção e beneficiamento.
Físicos	Altas temperaturas, rajadas de ventos em alta velocidade; chuvas periódicas.	Amplos beirais de sombreamento das varandas; ventilação cruzada em todos os ambientes; ático ventilado sob a cobertura; uso de telhas metálicas duplas, termo-acústicas, com camada intermediária de poliuretano; e janelas com venezianas de aletas móveis que permitem a ventilação dos ambientes, contendo o impacto dos ventos.
	Ausência de áreas de sombreamento	Varandas amplas/ áreas externas de lazer/contemplação.

continua

conclusão

CONDICIONANTES		DECISÕES DE PROJETO
Físicos	Ocorrência de roedores, escorpiões, baratas e caranguejos.	Edificação sobre pilaretes, revestidos com tubo de PVC rígido que evitar o acesso de roedores e caranguejos à edificação. Para evitar a permanência dos escorpiões, é mantido o espaçamento ventilado entre o solo e o piso. Não foram adotas providências específicas em relação às baratas.
	Movimentação natural da Ilha do Farol.	Dimensionamento e forma cilíndrica das fundações em concreto para permitir desmonte e remonte da edificação para outro local, se necessário.
Psicológicos	Tipo de usuários (estudantes de graduação ou pós-graduação, fiscais do ICMBio); distância do continente e inospicidade do meio.	Forma da edificação que remete à imagem consagrada pelo senso comum de uma habitação, estudos de ergonomia para os ambientes e equipamentos, valorização da paisagem e facilidade de limpeza e manutenção.

Quadro 12 – Condicionantes projetuais considerados na etapa de projeto da Segunda Estação Científica do Atol das Rocas. Fonte: Adaptado de ALVAREZ et. al. (2008).

O local de implantação da nova Estação foi determinado dentre as opções previamente estabelecidas pelo plano de manejo da UC e teve como critérios a busca por menor impacto ambiental tanto em relação ao transporte de peças quanto nos processos de implantação do canteiro de obras, montagem e futuras manutenções. Também se avaliou o processo de deslocamento da ilha do Farol e o trajeto de transporte dos materiais construtivos.

Assim sendo, foi escolhido um local na zona de crescimento da ilha do Farol – zona do esporão - praticamente desprovido de vegetação e de ninhos de aves (Figura 33), próximo à linha de maré do depósito arenoso do platô recifal, o que possibilitaria a utilização do bote para transporte de materiais construtivos na maré cheia.

(a) (b)

Figura 33: Em (a), vista geral da ilha do Farol com indicação do local de implantação da nova Estação Científica. Fonte da imagem: Força Aérea Brasileira – FAB; e em (b), vista aproximada do local de implantação da nova Estação.

Dentre os estudos preliminares desenvolvidos para o projeto da Estação Científica, foi escolhido pelos fiscais do Instituto Chico Mendes, em consenso com os projetistas, o que mais se assemelhava tipologicamente ao primeiro refúgio. O projeto escolhido previa a construção de dois alojamentos sendo um para a chefia da UC com capacidade para duas pessoas e um para pesquisadores com capacidade para quatro pessoas, cozinha, laboratório e um banheiro seco, além de dois amplos *decks*/varandas (Figura 34).

Figura 34: Planta Baixa com *layout* básico da nova Estação Científica. Fonte: Woelffel e Alvarez (2009).

Para a construção das fundações em concreto, foi planejada uma expedição exclusivamente para esse fim, ocorrida entre os dias 18 e 21 de fevereiro de 2008. As fundações foram feitas tendo como fôrmas para a concretagem tonéis de latão inteiros de seção circular, semelhantes aos utilizados com sucesso na primeira Estação.

De acordo com o ocorrido na construção da primeira Estação, espera-se que os latões sofram processo de corrosão com rápida deterioração e que os resíduos finais sejam absorvidos pelo ambiente, restando como resultado final apenas os blocos cilíndricos de concreto. Havendo necessidade de relocação da Estação, a remoção dos blocos será facilitada por sua forma roliça.

Vale ressaltar que a “areia” do Atol das Rocas, na realidade, trata-se de calcarenito, contendo fragmentos de corais e moluscos gastrópodes (ICMBio, 2009). Este material foi utilizado como agregado na produção do concreto para as sapatas, assim, repetindo a experiência realizada na primeira construção. Foi utilizada água do mar na mistura - pela dificuldade de obtenção de água doce - prevendo-se a não utilização de ferragens, procedimento utilizado na construção da primeira edificação com sucesso.

O transporte dos materiais construtivos para o Atol ocorreu no final do mês de outubro de 2008. O trajeto Natal-RN até o Atol foi realizado pelo navio rebocador Tangará, da Petrobrás. O desembarque das peças de madeira foi realizada pela equipe de fiscais do ICMBio em 109 viagens de bote do navio ao Atol. Destaca-se que o dimensionamento das peças de madeira é um aspecto determinante para o sucesso dessa atividade de desembarque.

A montagem do *kit* de madeira ocorreu entre os dias 18 e 29 de novembro de 2008, em outra expedição ao local. Os pilaretes da base foram fixados nas sapatas de concreto com cantoneiras de aço inox de 6 mm de espessura através de chumbadores de aço inox do tipo *parabolt* lado a lado. A fixação dos pilaretes nas cantoneiras foi feita com barra rosqueada de aço inox, com 20 cm de comprimento. O resultado da fixação se mostrou bastante satisfatório e resistente (Figura 35a).

Os pilaretes da base foram envolvidos com tubos de PVC rígido de 35 cm de comprimento e o espaço entre eles preenchido com cascalho da praia (Figura 35b). O objetivo do uso do PVC, semelhantemente ao que foi feito no primeiro refúgio, foi propiciar uma barreira ao acesso de roedores à estação, técnica já testada por ocasião da construção da primeira Estação Científica.

(a) (b)

Figura 35: Em (a) fixação do pilarete da base com cantoneiras de aço inox; e em (b), tubo de PVC revestindo o pilarete.

Sobre os pilaretes da base, foram encaixadas e parafusadas as vigas simples e compostas do piso[4]. Sobre elas, foram encaixados os montantes das paredes e fixados os barrotes para a fixação das peças dos *decks* e piso dos ambientes. Os montantes de angelim pedra

[4] As vigas simples são constituídas de peças de madeira únicas. As compostas são constituídas da junção de duas peças simples parafusadas em uma terceira peça de madeira.

(*Himenolobium excelsum*) foram encaixados para receberem as peças dos painéis portantes das paredes (Figura 36).

(a) (b)

Figura 36: Em (a), vigamento do piso. Em primeiro plano, as vigas simples do *deck* e em segundo plano, já suportando alguns montantes das paredes, as vigas compostas; e em (b), fixação dos barrotes do piso sobre as vigas compostas.

As pranchas das paredes possuem encaixe macho-fêmea e foram montadas nos sulcos guias dos montantes. Como a madeira utilizada foi com alto teor de umidade – embora tivesse sido enfatizada a necessidade de utilização de madeira seca -, essas peças estão passando por um processo de ajustes de encaixes durante as manutenções. Os painéis das paredes são finalizados por um frechal, responsável por receber o madeiramento da cobertura (Figura 37).

(a) (b)

Figura 37: Em (a), montagem dos oitões e paredes internas; e em (b), finalização da montagem das paredes.

Tendo por objetivo obter o maior conforto térmico possível, os ambientes internos possuem comunicações com as varandas laterais da edificação, por portas ou janelas, o que permite a ventilação cruzada em todos os ambientes. Como no Atol das Rocas a ventilação excessiva pode causar desconforto aos usuários, foram especificadas janelas venezianadas com aletas móveis que diminuem o embate dos ventos e garantem, quando abertas, a ventilação dos

ambientes (Figura 38a). Essa estratégia foi utilizada com sucesso na primeira edificação do Atol das Rocas (ALVAREZ, 2001c) e também na segunda Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Outra estratégia utilizada visando o conforto do usuário foi a utilização de aberturas superiores de ventilação revestidas por tela metálica (inox), em todos os ambientes, que ficam permanentemente abertas, garantindo a dissipação do calor gerado pelas atividades de uso do ambiente que se desloca em direção ao teto (Figura 38b).

(a) (b)

Figura 38: Em (a), janela venezianada de um dos ambientes com aletas na posição aberta; e em (b), aberturas de ventilação superiores. Abaixo da peça de cumeeira, observam-se as aberturas dos oitões, que fazem a ventilação do ático. Na imagem em questão, ainda não havia sido instalado o forro.

Para a cobertura da Estação Científica, foram especificadas telhas metálicas de alumínio, trapezoidais, termoacústicas, duplas, com recheio de poliuretano expandido (Figura 39), com o objetivo de otimizar o conforto térmico frente à forte insolação do Atol das Rocas. Essas telhas também foram especificadas para a Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, com resultados satisfatórios.

(a) (b)

Figura 39: Em (a) vista interna da cobertura a partir de uma das varandas, e em (b), aspecto geral externo da cobertura com a edificação ainda sem pintura. Em segundo plano, observa-se a primeira Estação construída no Atol das Rocas.

Posteriormente à expedição de montagem da Estação, foi realizada a pintura da edificação (Figura 40). As paredes foram revestidas com tinta com o objetivo de cobrir as micro-câmaras e fissuras da superfície da madeira, que atuam como espaços de captação da radiação térmica, destacando-se que o tom claro das cores também colabora para a reflexão da luz. Os demais elementos estruturais, bem como as esquadrias foram pintadas em *Stain* cor tabaco, tanto por questões estéticas como para auxiliar na proteção da madeira em relação à radiação e intempéries.

Figura 40: Vista da segunda Estação Científica do Atol das Rocas após pintura.

4.2.3 Resultados

Segundo a avaliação da gestora da Unidade de Conservação, as Estações Científicas não estão causando nenhum problema para o ambiente do Atol - em termos de possíveis impactos ambientais - e estão em harmonia com a paisagem.

Ao serem consultados sobre a importância dessas construções e de seu impacto no ambiente e na paisagem do Atol, dos 8 (oito) pesquisadores respondentes, todos afirmaram que as construções são importantes para o conforto e a segurança do pesquisador em atividades de campo na Reserva. Desses respondentes, 63% assinalam que as edificações não estão causando problemas para o ambiente do Atol, enquanto que 25% se dizem não saber avaliar a questão devidamente (Gráfico 10). A respeito de um possível impacto paisagístico, todos os pesquisadores responderam que as edificações em madeira estão em harmonia com a paisagem local.

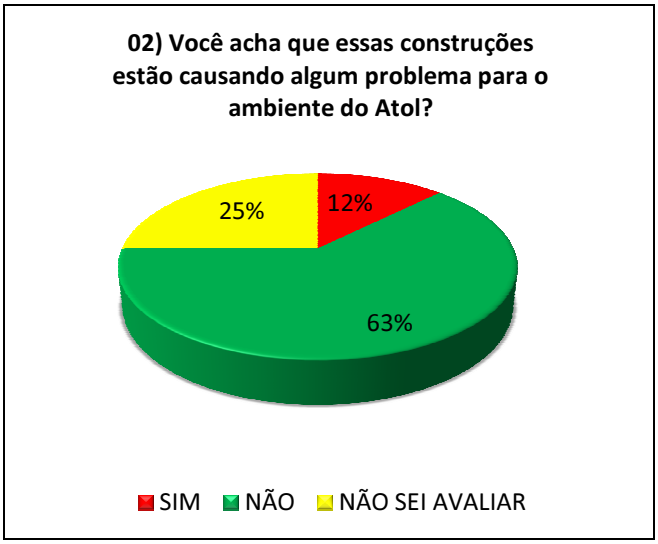
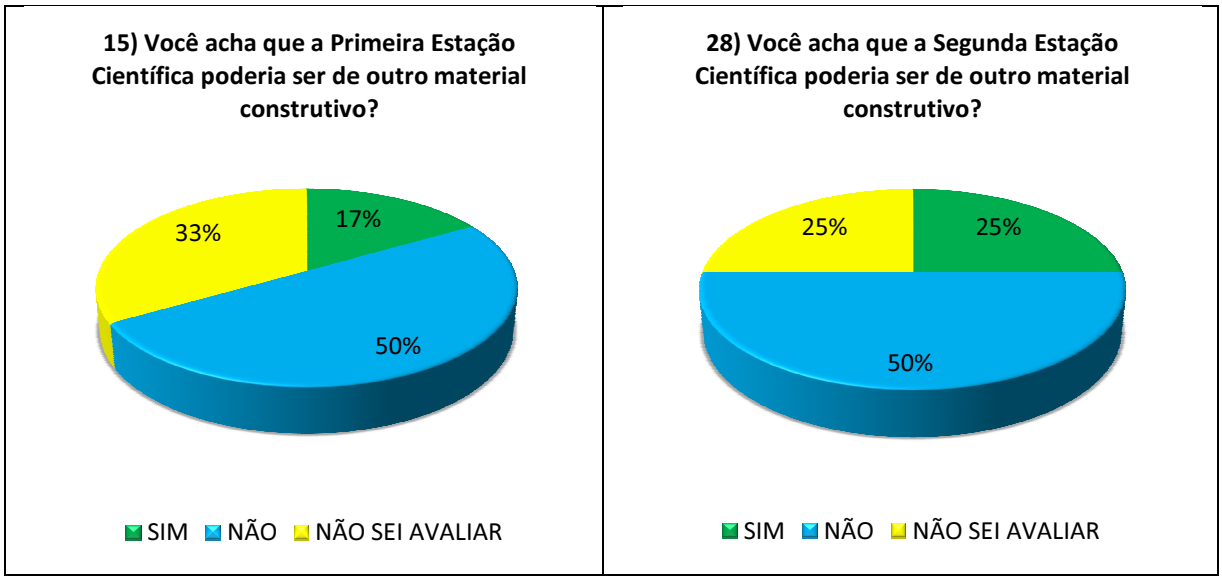


Gráfico 10: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas sobre a relação das Estações Científicas com o ambiente local.

Ao serem questionados sobre a possibilidade de utilização de outro material construtivo diferente de madeira para a construção das Estações, 50% disseram que não concordam com o uso de outro material, enquanto que uma parcela significativa se diz não saber avaliar corretamente a questão (Gráfico 11).



(a) **(b)**

Gráfico 11: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas em relação à possibilidade de se utilizar outro material construtivo na produção das Estações Científicas.

Em relação ao requisito segurança estrutural, ao se avaliar a Primeira Estação Científica, observa-se que, após dezessete anos de construção e de ter sofrido relocação do seu sítio inicial de implantação, as peças estruturais, as peças de vedação das paredes e do madeiramento do telhado apresentam-se em bom estado geral (Figura 41), tendo resistido à ação constante da névoa salina e da umidade.

(a) **(b)**

Figura 41: Em (a), vista de um dos pilares da Estação com o encaixe de duas vigas da base; e em (b), aspecto geral do madeiramento das paredes e esquadrias.

Os componentes metálicos de fixação das peças de madeira, em contrapartida, apresentam-se em estado avançado de corrosão (Figura 42) sofrendo com o tempo a perda de sua função estrutural, ilustrando uma questão importante em construções insulares que é o problema da corrosão dos elementos metálicos, que acarreta constantes atividades de manutenções.

(a) **(b)**

Figura 42: Vistas de um mesmo perfil em "U" e parafusos utilizados para encaixe e fixação de um dos pilares de madeira na base em concreto, em estado avançado de corrosão.

Em relação à Segunda Estação Científica, foi avaliado que todo o madeiramento estava em bom estado estrutural. Após um ano de uso, como o madeiramento da parte inferior do piso e das fundações não foi pintado, foi possível observar o aspecto acinzentado (fotodegradação), característico do envelhecimento da madeira, com sulcos já evidentes devido ao processo de secagem natural das peças (Figura 43). Salienta-se, contudo, que no requisito segurança estrutural, é preciso aguardar pelo menos dois anos de construção para se proceder a uma avaliação criteriosa, segundo a NBR 15.575-1 (ABNT, 2010).

(a) **(b)**

Figura 43: Em (a), detalhe da junção de um pilarete com uma viga do tipo simples da base da edificação. Observa-se o aspecto acinzentado da madeira com sulcos mais evidenciados sendo que os elementos metálicos (parafusos) estão íntegros; e em (b), vista de um dos pilares das fundações da Estação, destacando-se que uma parte da viga do piso foi pintada com *stain*.

Em relação ao critério manutenibilidade, desde a construção da Primeira Estação Científica, em 1993, a edificação passa por processo de manutenções periódicas. Segundo relato da gestora da UC, além da relocação em 1995, foi feita uma avaliação das condições gerais da Estação no ano de 2004, pois a mesma havia sofrido um desnivelamento com a movimentação natural da Ilha do Farol e foi necessário realizar obras de contenção para combater a erosão e

reposicionar a edificação no sítio. Destaca-se que a relocação foi efetuada com o mínimo de avarias nas peças de madeira, o que pode ser classificado como uma característica satisfatória do material para o caso específico desta pesquisa.

Outro procedimento de manutenção importante a ser destacado, durante o período de uso da Primeira Estação, foi a substituição do piso e do forro que estufaram com a umidade e que não mais encaixavam no conjunto e também a substituição de algumas telhas quebradas de fibrocimento.

Rotineiramente, são realizados apenas lixamento e pintura das superfícies, anualmente. Os custos desses procedimentos são altos, principalmente devido à situação geográfica da ilha, afastada do continente. Como medida para reduzir despesas, as manutenções são realizadas pelos próprios fiscais da Reserva, fato que demonstra que não é necessária qualificação profissional específica para a realização de atividades de manutenção simples, apenas orientação técnica, configurando-se como um aspecto favorável da utilização da madeira em locais de difícil acesso em que as atividades de reparos e reformas tornam-se mais dispendiosas.

Durante as manutenções, a maior dificuldade encontrada, segundo relato da gestora da UC, é o lixamento da madeira especificamente entre paredes e forro. Nenhum material preservativo para madeira é utilizado, apenas *stain*, principalmente por tratar-se de uma Reserva Biológica, a mais restritiva das categorias de Unidades de Conservação. Está sendo atualmente utilizado cupinicida e carrapaticida nas superfícies para evitar a ação de cupins e diminuir a proliferação de carrapatos das aves. Não existe nenhum registro documentado dessas manutenções e, segundo a gestora, a madeira, em linhas gerais, não apresenta grandes dificuldades para a realização dessas atividades.

No que concerne ao desgaste dos elementos de madeira ao uso, foi observado na Primeira Estação que as esquadrias, as peças do forro e as peças do piso, foram os elementos que mais sofreram avarias. Parte dos problemas observados nas esquadrias se refere à perda de mobilidade ocasionada por corrosão dos elementos metálicos (dobradiças e trincos) e não diretamente por deficiências do material madeira em si (Figura 44).

(a) (b)

Figura 44: Em (a), detalhe do madeiramento da cobertura da Primeira Estação. Observa-se estado geral da madeira satisfatório em contraste com o processo corrosivo acentuado de um dos ganchos metálicos de fixação das telhas; e em (b), detalhe do trinco de fechamento de uma das janelas, inoperante devido ao grau avançado de corrosão e recobrimento com tinta.

A Segunda Estação Científica, construída em 2008, tem passado por manutenções simples, que se configuram apenas como lixamento das superfícies, pintura e aplicação de graxa nos elementos metálicos visando sua proteção contra a névoa salina. Segundo o fabricante do *kit* de montagem, durante a produção das peças, não foi realizada efetivamente nenhuma ação de proteção da madeira. Após a montagem no Atol, as peças receberam pintura com *stain* e tinta esmalte sintético, com exceção do madeiramento da parte inferior do piso e fundações.

Em relação à segurança contra incêndio, na concepção das edificações, as preocupações com a segurança do usuário se consubstanciam em decisões projetuais que utilizem materiais que demorem a propagar as chamas se mantendo íntegros pelo maior tempo possível e que, além disso, a edificação permita uma rota de fuga fácil e rápida do local, em caso de impossibilidade de se conter o foco de incêndio no início. Outra medida preventiva é a disposição dos combustíveis em locais afastados das edificações e da vegetação do entorno.

Conforme já discutido no Capítulo 2, a madeira é um mau condutor de calor e nas peças robustas como pilares e vigas, tratando-se de partes mais maciças da edificação, é provável que se forme uma camada de carbonatação, que retardaria a propagação do calor para o interior da peça (CALIL JUNIOR; LAH; BRAZOLIN, 2007). Contudo, isso já não ocorreria nas peças de vedação das paredes, piso e forro, por se tratarem de elementos mais esbeltos.

Ao serem questionados sobre a segurança das Estações Científicas em relação ao risco de incêndio, todos os pesquisadores consultados avaliaram a Primeira Estação como segura. Em relação à Segunda Estação, uma parte não soube avaliar a questão (Gráfico 12). De fato, as Estações permitem uma rápida fuga em caso de sinistro e como a madeira tem um tempo de

retardo para iniciar a propagação, o foco de incêndio pode ser controlado, se detido no início, com a utilização de extintores de incêndio, disponíveis no local.

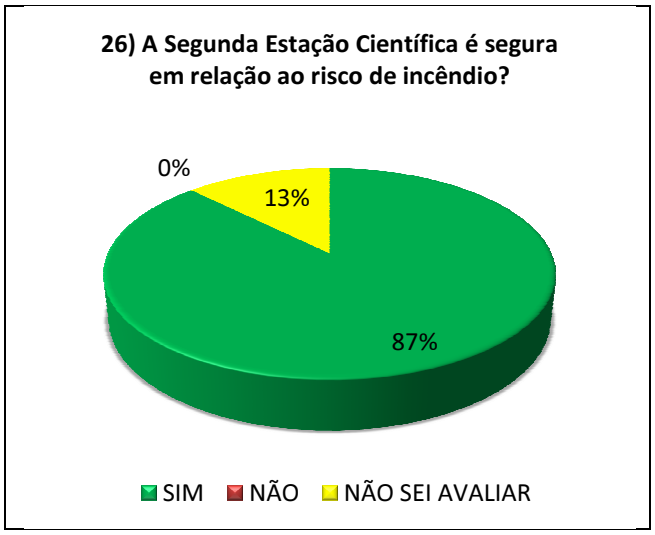
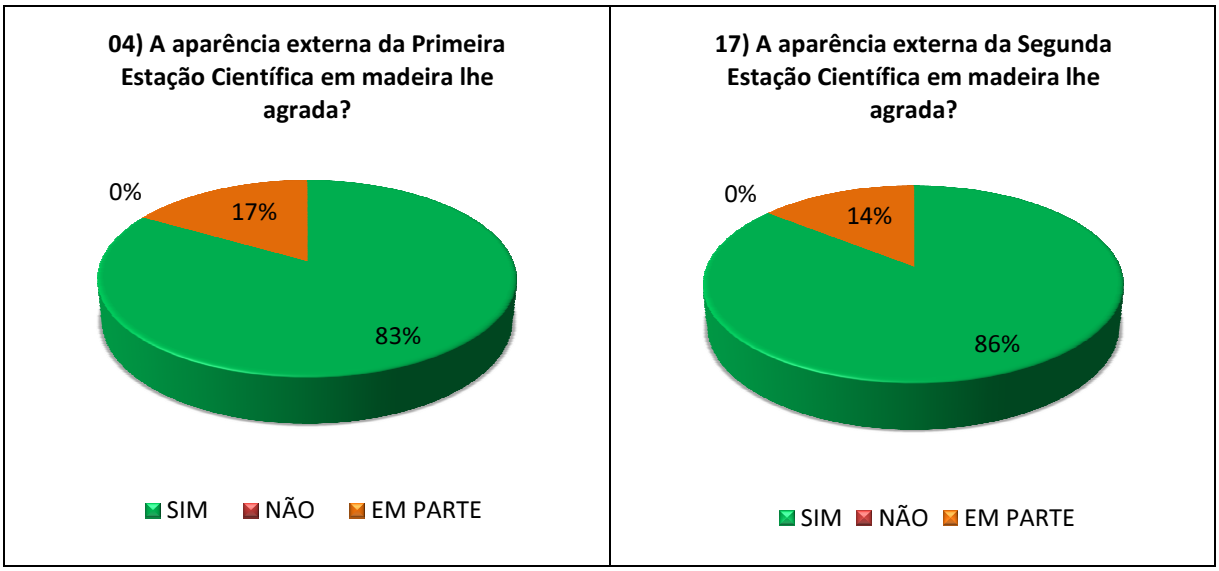


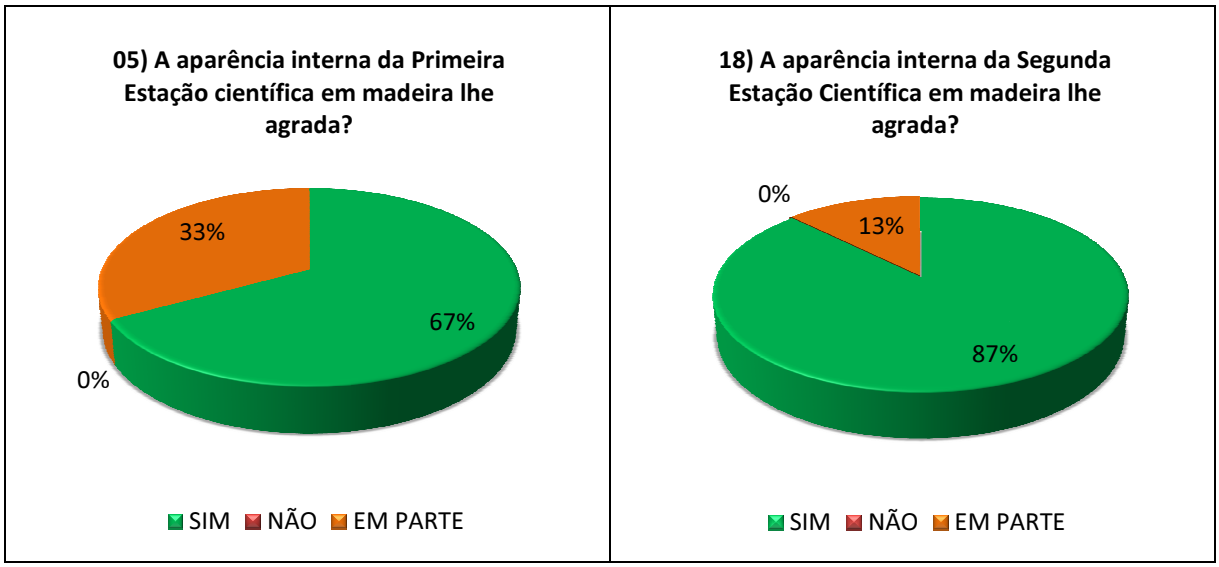
Gráfico 12: (a) Opinião dos pesquisadores em relação à segurança contra incêndio da Segunda Estação Científica do Atol das Rocas.

Apesar de não se configurar como objetivo principal deste trabalho, a avaliação do material do ponto de vista estético também é relevante, uma vez que a aparência de uma edificação de madeira, em algumas pessoas, causa certo desagrado, por relacionarem o material construtivo madeira a edificações de baixo nível econômico ou de baixa durabilidade. Contudo, isso não foi relatado pelos pesquisadores do Atol das Rocas. Ao serem consultados sobre a aparência das Estações Científicas, a maioria dos pesquisadores se dizem satisfeitos com o seu aspecto externo (Gráfico 13), bem como com a sua aparência interna (Gráfico 14).



(a) **(b)**

Gráfico 13: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito da aparência externa das Estações Científicas.

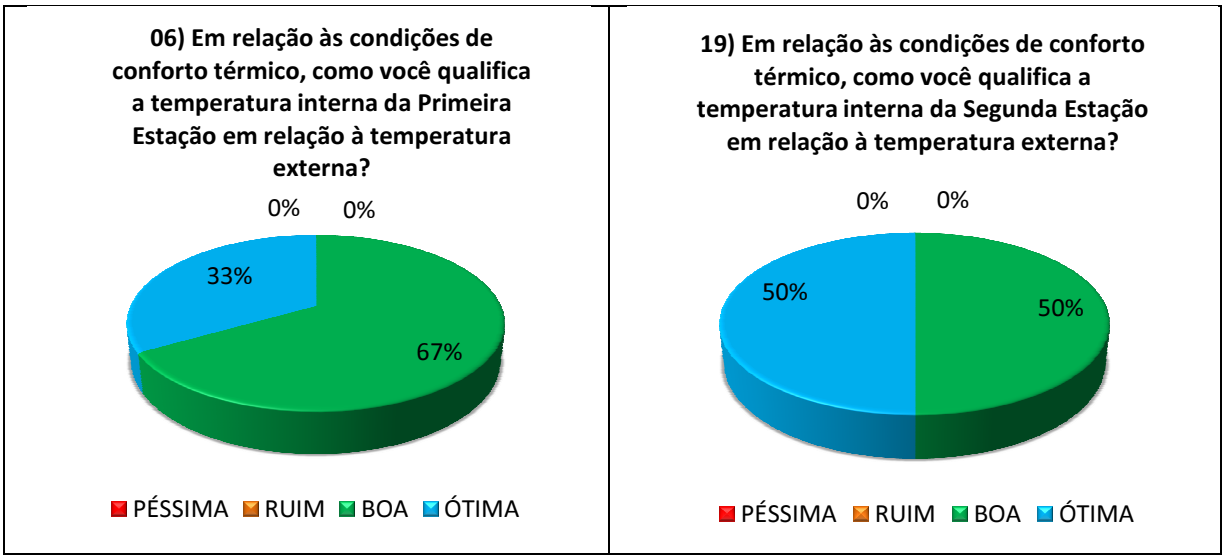


(a) **(b)**

Gráfico 14: Avaliação dos pesquisadores a respeito da aparência interna das Estações Científicas.

Em relação à avaliação do conforto térmico, nos questionários enviados aos pesquisadores, foram elaboradas questões concernentes às duas Estações, contudo, somente na Segunda Estação foram instalados relógios termo-higrômetros, uma vez que atualmente essa edificação se tornou o principal local de hospedagem e uso dos pesquisadores.

Ao serem consultados sobre esse aspecto, dos 8 (oito) pesquisadores respondentes, todos consideraram a temperatura interna das edificações ótima ou boa em relação à temperatura externa (Gráfico 15).



(a) **(b)**

Gráfico 15: Opinião dos usuários a respeito do conforto térmico proporcionado pelas Estações Científicas do Atol das Rocas.

Além dos aspectos relacionados às propriedades térmicas do material de construção madeira, no planejamento das edificações, foram empregadas estratégias projetuais que trabalhando em conjunto objetivaram proporcionar ambientes agradáveis aos usuários como amplos beirais sombreadores, telhas duplas termo-acústicas - no caso específico da Segunda Estação -, ático ventilado entre a cobertura e o forro e janelas posicionadas estrategicamente para garantirem ventilação cruzada nos ambientes com controle para ventilação excessiva (ALVAREZ; VITTORINO, 1993, ALVAREZ; WOELFFEL, 2009). Em conjunto, essas medidas colaboraram para tornar os ambientes das edificações satisfatórios do ponto de vista térmico.

Na Segunda Estação, objetivando-se realizar medição da temperatura interna e umidade relativa do ar, equipamentos termo-higrômetros foram instalados em três ambientes (dois dormitórios e no laboratório), e os resultados anotados em quatro horários diferentes do dia, durante um período de 20 dias. Os resultados encontrados estão demonstrados nos Gráficos 14, 15 e 16.

No Gráfico 16, observa que não houve variação significativa entre as temperaturas internas medidas a 30 cm e a 230 cm do piso no ambiente Dormitório Chefia UC, apresentando o termômetro-higrômetro alto T2 as menores temperaturas em relação ao termo-higrômetro T1. Considerando que o ar quente se acumula nas partes mais elevadas, conclui-se que as aberturas de ventilação superiores estão colaborando para dissipar o calor acumulado.

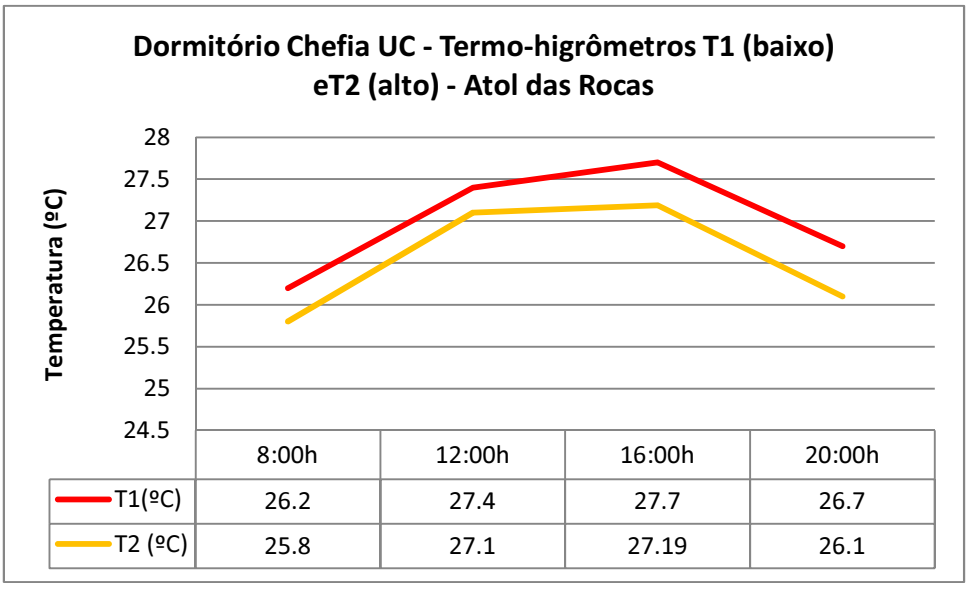
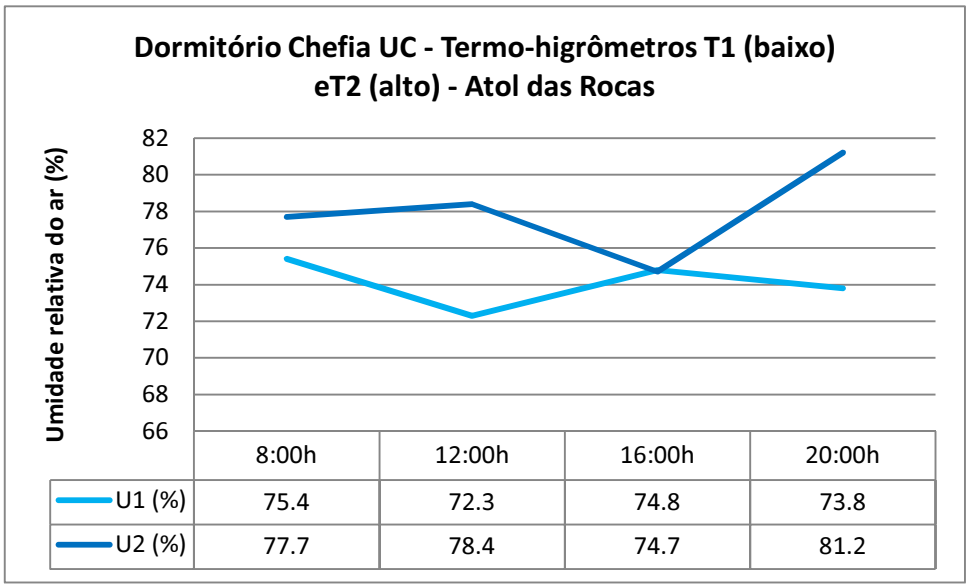


Gráfico 16: Variação da temperatura medidas pelos relógios termo-higrômetros T1 e T2.

A umidade relativa do ar apresentou valores elevados (Gráfico 17). Uma possível sensação de abafamento que poderia existir em função da umidade é, possivelmente, amenizada pela

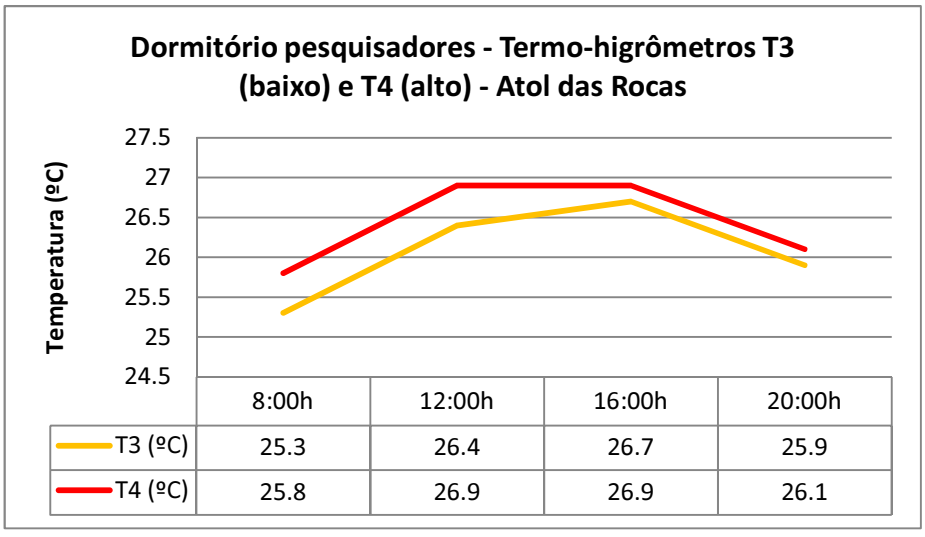
ventilação constante do local, favorecida pelas aberturas em lados opostos. Não foi possível realizar medições da temperatura externa no Atol das Rocas devido à indisponibilidade de equipamentos. Foi consultado também o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - sobre a possibilidade da existência desses dados, mas, segundo o Instituto, não há atualmente uma estação meteorológica próxima que possa coletar dados dessa natureza.



	8:00h	12:00h	16:00h	20:00h
U1 (%)	75.4	72.3	74.8	73.8
U2 (%)	77.7	78.4	74.7	81.2

Gráfico 17: Variação da umidade relativa do ar registrada pelos relógios termo-higrômetros T1 e T2.

Os aparelhos T3 e T4 (Gráfico 18), instalados no ambiente Dormitório dos Pesquisadores, não apresentaram variação significativa de temperaturas entre si. As maiores diferenças ficaram em relação aos valores de umidade relativa do ar. Nos períodos mais quentes do dia, a umidade diminuiu, voltando a crescer nos períodos de temperaturas mais baixas (Gráfico 19).



	8:00h	12:00h	16:00h	20:00h
T3 (ºC)	25.3	26.4	26.7	25.9
T4 (ºC)	25.8	26.9	26.9	26.1

Gráfico 18: Variação da Temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4.

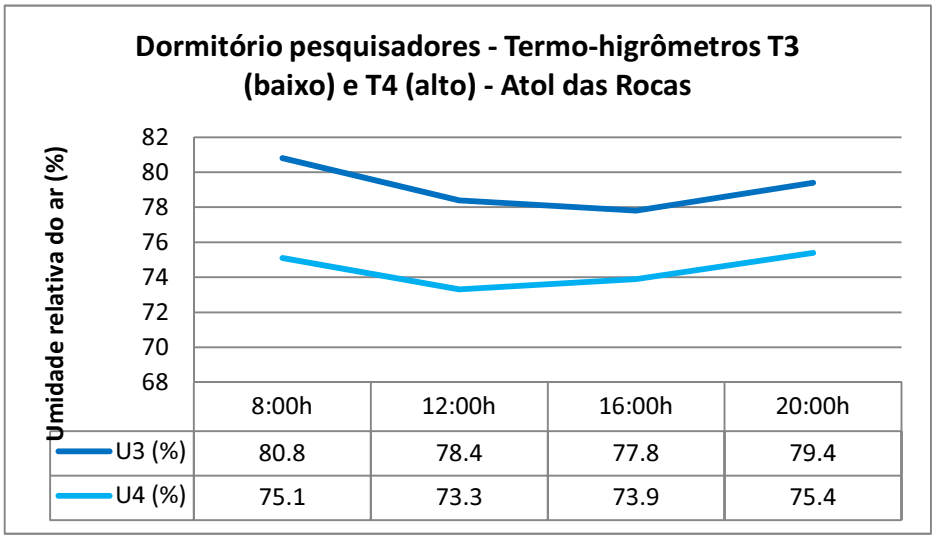


Gráfico 19: Variação da umidade relativa do ar registrada pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4.

O Dormitório dos pesquisadores apresentou temperaturas mais amenas, comparando-se com o ambiente Dormitório Chefia UC, por estar localizado mais internamente na edificação, estando assim mais protegido da ação solar direta.

O ambiente Laboratório (Gráfico 20) apresentou o mesmo aspecto de pequena diferenciação entre as temperaturas medidas pelos aparelhos T5 e T6. Constata-se, contudo, que este ambiente apresentou os maiores valores de temperatura, configurando-se como o mais quente da edificação e também o que apresentou maior variação da umidade relativa do ar (Gráfico 21). Isso se justifica pelo fato de o Laboratório estar voltado para a direção Norte, recebendo assim maior incidência de radiação solar.

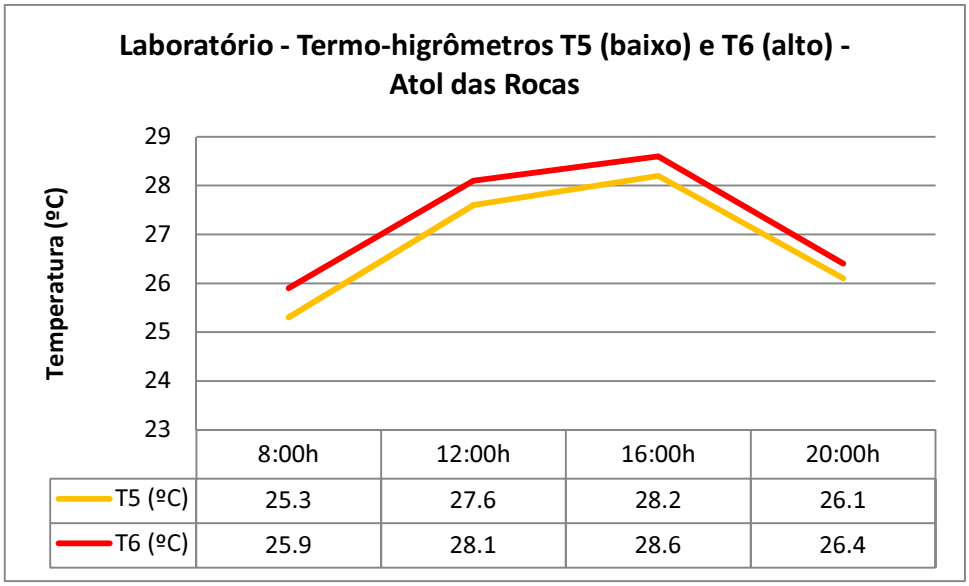


Gráfico 20: Variação da temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6.

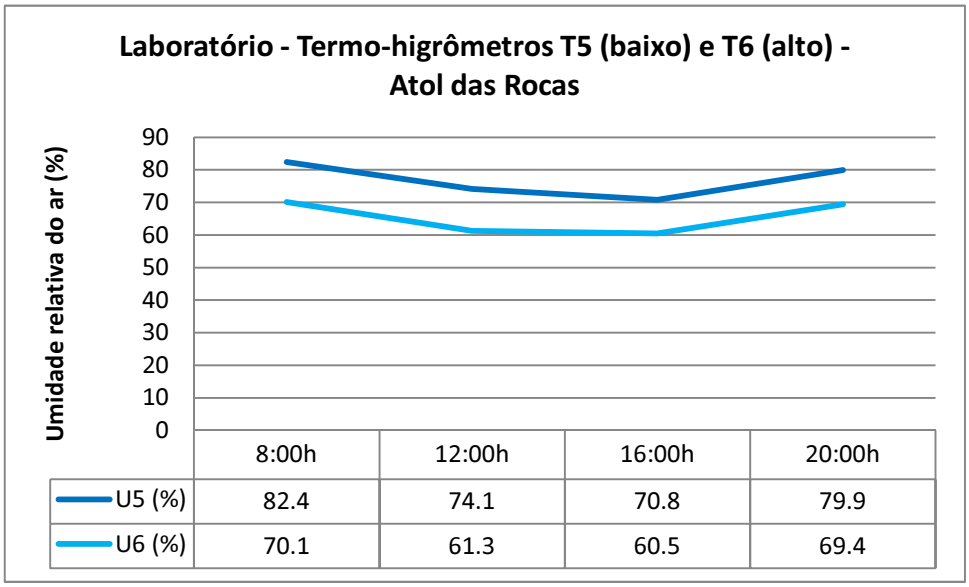
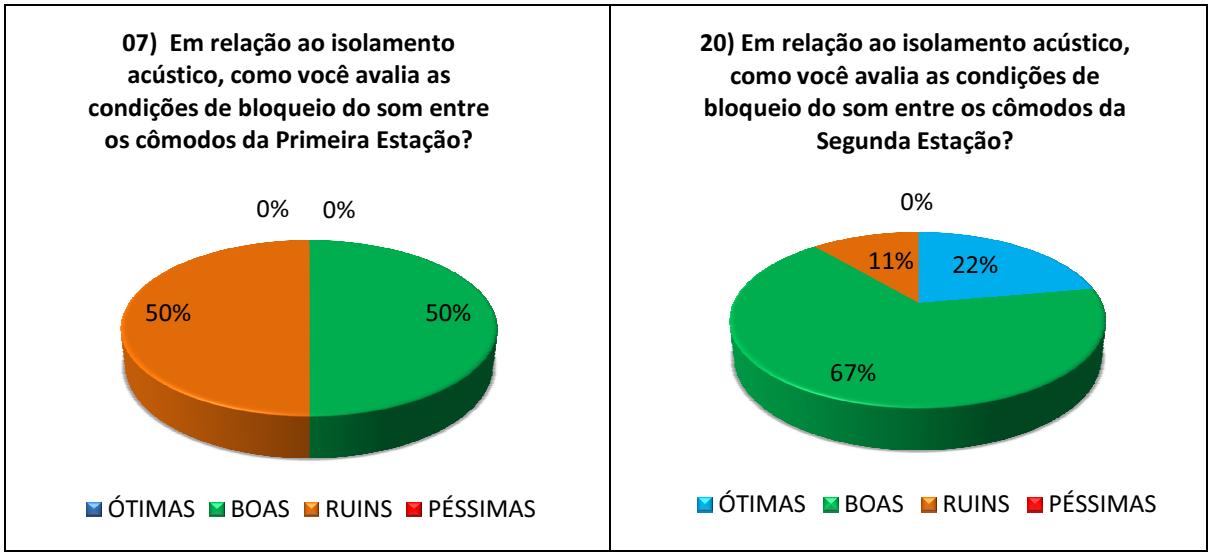


Gráfico 21: Variação da umidade relativa do ar registrada pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6.

Em relação ao conforto acústico, os usuários foram consultados a respeito do eventual desconforto ocasionado pela transmissão do som entre os ambientes das edificações. Em relação à Primeira Estação, a opinião dos usuários se divide; já em relação à Segunda Estação, a maioria dos respondentes considera como ótimas ou boas as condições de privacidade em relação à transmissão do som proporcionado pelas paredes (Gráfico 22).

Destaca-se que, no caso da Primeira Estação, há uma porta unindo os dois ambientes internamente, o que prejudica o isolamento do som por essa parede divisória, ao passo que, na

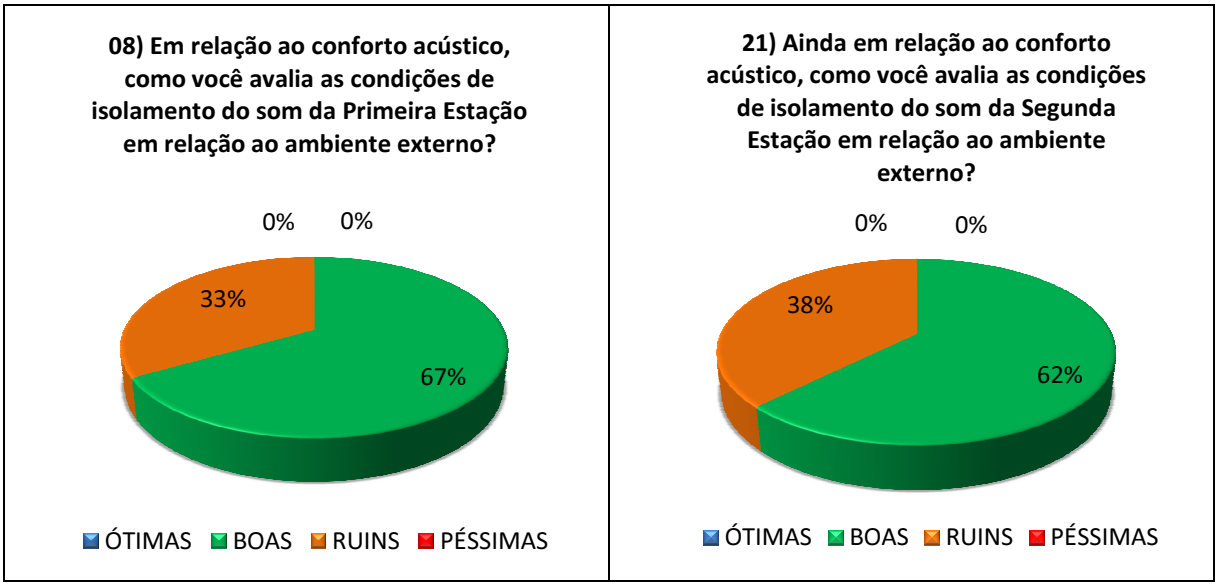
Segunda Estação, todas as portas e janelas se abrem para o exterior, tornando os ambientes independentes entre si, o que colabora para melhorar as condições de isolamento entre ambientes adjacentes.



(a) **(b)**

Gráfico 22: Avaliação dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito do isolamento acústico entre os ambientes internos nas duas edificações analisadas.

Outro aspecto avaliado em relação ao conforto acústico foi o de exposição das Estações Científicas ao ruído de fundo produzido pelo ambiente. A maioria dos pesquisadores considerou como boas as condições de relativo isolamento proporcionadas pela envoltória das edificações (Gráfico 23).



(a) **(b)**

Gráfico 23: Avaliação dos usuários das Estações Científicas do Atol das Rocas sobre as condições de exposição das edificações aos ruídos externos.

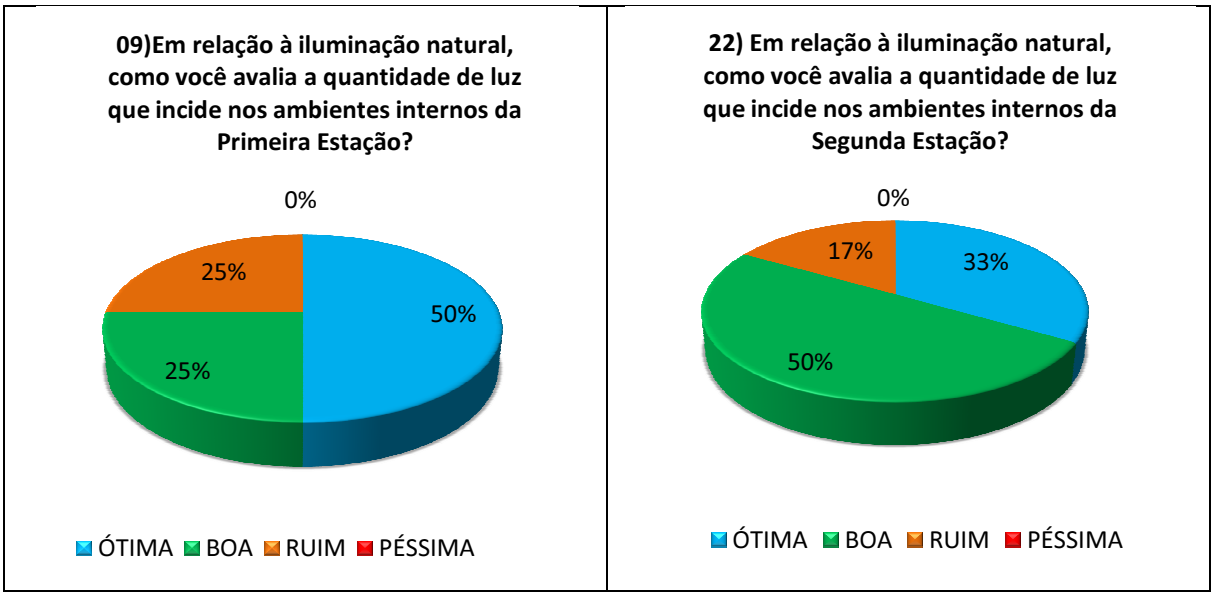
Com o objetivo de se avaliar o isolamento da Segunda Estação Científica aos sons, foram realizadas algumas medições em relação ao nível de pressão sonora em seu entorno imediato e também algumas medições internas. Com o gerador de energia ligado, foi obtido o valor de 79.4 dB em medição realizada a 2,5 m da fonte sonora, enquanto que no interior do dormitório dos pesquisadores, obteve-se o valor de 65.5 dB, ou seja, a distância da fonte sonora em aproximadamente 6 (seis) metros e a envoltória do dormitório promoveram a redução do nível de pressão sonora em 13.9 dB.

Com o gerador ligado, segundo a NBR 10.152 (ABNT, 1987), que preconiza como recomendáveis para dormitórios 35-45 dB de ruído, não é possível garantir conforto ao usuário, apenas com a envoltória da edificação.

Também foram feitas medições com pessoas conversando na cozinha (73.3 dB) e medições no dormitório ao lado (55.3 dB), havendo redução de 18 dB com janelas e portas fechadas e 13.1 dB com janelas abertas. O ruído de fundo, média dos pontos externos foi de 65.9 dB.

Ressalta-se que as paredes de madeira das estações são esbeltas, o que facilita a transmissão dos ruídos. Durante a avaliação técnica, não foram observados ruídos provenientes do funcionamento da própria estrutura ou ruídos produzidos pelas peças do piso durante a deambulação de pessoas, o que poderia se configurar como fator de incômodo ao usuário.

No que concerne ao conforto visual, os pesquisadores responderam que tanto a Primeira Estação quanto a Segunda apresentam condições satisfatórias de iluminação natural (Gráfico 24).



(a) **(b)**

Gráfico 24: Opinião dos pesquisadores a respeito das condições de iluminação natural das Estações Científicas do Atol das Rocas.

Para avaliar o conforto lumínico do usuário em relação à iluminação natural dos ambientes, foram feitas algumas medições de iluminância com a utilização de apenas um luxímetro, razão pela qual não foi calculado o CLD para o caso específico do Atol das Rocas, uma vez que seriam necessários dois equipamentos para medições simultâneas. As medições foram realizadas apenas na Segunda Estação, pelos mesmos motivos expostos em relação às medições de conforto térmico.

Como resultados, obtiveram-se os valores de 51.2 lux para a cozinha, 89 lux para o dormitório da chefia da UC e 15 lux para o dormitório dos pesquisadores. Segundo tabela disponibilizada pela NBR 5413 (ABNT, 1992), esses valores estão aquém do satisfatório para o conforto do usuário, apesar de a maioria dos pesquisadores assinalar como satisfatórias as condições de iluminação natural. A principal razão pela baixa disponibilidade de luz natural nos ambientes refere-se ao fato de que todas as aberturas estão voltadas para áreas sombreadas.

Em relação à iluminação artificial, todos os pesquisadores respondentes se dizem satisfeitos com as condições de iluminação da Primeira Estação, ao passo que, em relação à Segunda, as opiniões se dividem, o que é compreensível uma vez que as instalações elétricas existentes são inadequadas e de caráter provisório (Gráfico 25). Está previsto o desenvolvimento de um projeto de energia fotovoltaica, que ainda não foi realizado, e com ele, um projeto adequado de instalações elétricas e de iluminação.

Gráfico 25: Respostas dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito do item iluminação artificial.

Em relação à permeabilidade dos ambientes à umidade e ventilação natural, as edificações de madeira se configuram como um conjunto de peças encaixadas entre si, que podem sofrer com o tempo variações dimensionais, em função das condições de umidade, e dessa forma suscitar a formação de fendas entre as peças, formando pequenas aberturas que propiciam problemas de infiltração, correntes de ar indesejáveis e conseqüente desconforto aos usuários. Por essa razão, recomenda-se o uso de madeira seca, em torno de 12-15% de umidade ou a adoção de técnica construtiva que considere a necessária acomodação das peças ao longo do tempo.

Ao serem questionados sobre o aspecto da permeabilidade das Estações Científicas à umidade e ventilação natural, 50% dos respondentes afirmam que a Primeira Estação não é estanque à água da chuva e todos os pesquisadores afirmaram não haver correntes de ar indesejáveis pelos ambientes da edificação (Gráficos 26).

Gráfico 26: Opinião dos pesquisadores sobre as condições de permeabilidade da envoltória da Primeira Estação do Atol das Rocas à água e ao ar.

Em relação à permeabilidade da Segunda Estação à água, 50% dos respondentes afirmam que não ocorre infiltração de água na edificação (Gráfico 27); contudo, através de inspeção técnica e relato da gestora, verificou-se que, com a retração da madeira, surgiram algumas frestas entre as peças de vedação das paredes, locais propícios à infiltração em períodos de chuva acompanhada por fortes ventos.

Gráfico 27: Avaliação dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito da permeabilidade da Segunda Estação em relação à entrada indesejável da água.

Em relação à permeabilidade à ventilação natural, 88% dos pesquisadores responderam que não há correntes indesejáveis de ar pela Estação (Gráfico 28). A adoção de janelas

venezianadas com aletas móveis permite a regulagem da quantidade de vento que incide no ambiente. Sem esse sistema de esquadrias, o vento entraria com muita velocidade pelas janelas causando desconforto no usuário. As esquadrias de madeira permitem esse sistema de acionamento de forma bastante satisfatória, embora seja perceptível que nem sempre o usuário utiliza esse mecanismo de controle.

Gráfico 28: Opinião dos pesquisadores a respeito da permeabilidade da Segunda Estação em relação à ventilação natural.

Segundo relato da gestora da UC, a parede do oitão da Fachada Sul está permitindo a infiltração de água da chuva pelas frestas entre as tábuas de vedação e pelas aberturas superiores de ventilação. Como medida paliativa, as aberturas superiores foram vedadas, provisoriamente, com peças do forro que sobraram durante a construção da edificação (Figura 45a). Isso também é observado na Fachada Norte, na parede do banheiro seco (Figura 45b). Segundo orientação da empresa que confeccionou o *Kit* de montagem da Estação Científica, deve ser aplicado silicone entre as tábuas de madeira para produzir vedação no encontro das peças, porém é provável que tal medida não tenha o desempenho esperado em função da alta agressividade do ambiente que tende a ressecar o silicone e promover o descolamento do mesmo em curto espaço de tempo, conforme já observado na Primeira Estação. Em relação às aberturas superiores de ventilação, está sendo avaliada a possibilidade da substituição das telas metálicas por placas de acrílico incolor e transparente, nos locais considerados críticos, mesmo que isso acarrete em redução da ventilação interna.

(a) **(b)**

Figura 45: Em (a), vista da janela do ambiente projetado para banheiro seco com frestas laterais entre as peças de vedação da parede; e em (b), fechamento de uma abertura de ventilação superior do dormitório da chefia da UC, fachada Sul, como medida temporária para conter a entrada de água da chuva. Observa-se acima da janela uma fenda provocada por variação dimensional das peças de madeira.

A utilização de madeira com umidade acima do desejável representou um problema para o Atol das Rocas, uma vez que com a secagem natural das peças, surgiram fendas principalmente entre as peças de vedação das paredes, locais por onde entra água das chuvas e correntes de ar, levando ao desconforto do usuário e também aumento da susceptibilidade do material à ação da umidade. Entretanto, o sistema construtivo adotado permite ajustes *in loco* e reacomodação das peças que não tenham sofrido grande deformação.

Em relação ao conforto tátil e antropodinâmico das Estações Científicas, ao serem questionados sobre esse aspecto, 50% dos respondentes consideraram agradável a sensação ao toque na madeira, enquanto que outros 50% consideraram a questão irrelevante, dando maior importância a outros aspectos do material (Gráfico 29).

Gráfico 29: Opinião dos pesquisadores do Atol das Rocas a respeito do conforto tátil proporcionado pela madeira.

4.3 ESTUDO 03: ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (00º55'N e 29º20'W) representa o ponto mais boreal do Brasil, localizado acima da linha do Equador. Dista 610 km aproximadamente de Fernando de Noronha-PE e 1.010 km da costa de Natal-RN (Figura 46). É formado por um conjunto de quatro ilhas maiores e seis ilhotas menores, além de várias pontas rochosas que somam uma área total emersa de cerca de 17.000 m². A maior ilha, chamada Belmonte, possui dimensões aproximadas de 140 m x 60 m alcançando altitude máxima de 16,2 m, onde se localiza um farol. O ponto mais elevado do ASPSP, 19 m, situa-se na ilha São Pedro (ALVAREZ, 1998, p. 6).

Figura 46: Localização aproximada do ASPSP. Fonte da imagem-base: Google Earth –Mapas. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em 24 julho 2009.

As quatro ilhas maiores se dispõem em formato de ferradura ladeando uma enseada de cerca de 90 m no eixo longitudinal e 50 m de abertura, atingindo profundidade máxima de 9 m (Figura 47). De um extremo ao outro, da rocha Graça Aranha à Sacadura Cabral, o ASPSP se estende em 380 m de distância. Devido à sua baixa altitude, só pode ser visto a cerca de 20 km, o que representa um risco à navegação (ALVAREZ, 2001c, p. 7 a 13).

Figura 47 - Vista geral do Arquipélago de São Pedro e São Paulo com a nomenclatura das ilhotas e rochas principais, segundo a Carta Náutica nº 11 de 21 de junho de 1999. Imagem: Cristina Engel de Alvarez.

Geologicamente, o ASPSP possui origem plutônica, com formação rara ocasionada por um afloramento do manto sub-oceânico da Terra, no trecho de falhas transformantes da Zona de Fratura de São Paulo, próximo à Dorsal Médio-Atlântica. É formado por "rochas peridotíticas milonitizadas, variadamente serpentinizadas, penetradas diapiricamente [protudidas] a partir do manto" (MELSON et al., 1972, apud ALMEIDA, 2006, p. 5). Constitui-se, portanto, de um "pináculo submarino que se eleva de profundidades abissais da ordem de 4.000m" (MORAES, 1996, apud ALVAREZ, 2001c, p. 13).

O ASPSP é constituído de rochas duras, escuras, pontiagudas e fraturadas que absorvem o calor e esquentam muito com a radiação solar, que nesta região é intensa. Praticamente sua superfície é desprovida de vegetação possuindo apenas na Ilha Belmonte algumas áreas com vegetação rasteira. Não possui praias, o que dificulta bastante o acesso às ilhas. Por se localizar numa região de encontro de placas tectônicas, está sujeito a sofrer abalos sísmicos. Não possui fontes de água doce e nem abrigos naturais sombreados. Apesar de se constituir num local inóspito e longínquo da costa brasileira, possui grande importância científica, econômica e estratégico-militar para o país.

Em termos científicos, além do já exposto quanto às suas características geológicas, o Arquipélago abriga rica biodiversidade, principalmente marinha. Sua superfície é habitada por espécies de aves como atobás (*sula leucogaster [atlanticus]*) e viuvinhas (*anous stolidus e anous minutus*). Mas é no oceano que o Arquipélago apresenta rica biodiversidade. Por se localizar numa região de confluência de correntes marítimas, seu entorno marinho apresenta grande quantidade de peixes e mamíferos marinhos, além de ser região endêmica do tubarão-baleia (*Rhincodon typus*), a maior espécie de peixe que existe (ALVAREZ, 2001c).

Localizado a um terço do caminho entre Brasil e África, o ASPSP possui também importância estratégica e econômica. Constitui-se no principal local de pesca do Nordeste Brasileiro, além de ser o centro de uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 450 mil km². Isso se deve ao fato de, em 1982, a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar[5] ter mudado a legislação que confere aos rochedos habitáveis dos oceanos uma Zona Econômica Exclusiva. Esse fato, associado ao interesse científico, motivou o Brasil a investir na promoção de habitabilidade ao ASPSP com a construção da primeira Estação Científica e a implementação de um programa sistemático de pesquisas na região, o PROARQUIPÉLAGO (ALVAREZ, 2001c).

4.3.1 A primeira Estação Científica do ASPSP

Em agosto de 1995, iniciaram-se os estudos de viabilidade da construção de uma estação científica, visando a ocupação do ASPSP por solicitação da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - SECIRM. Em 11 de dezembro de 1996, é aprovado o Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo com o objetivo de implementar uma estação científica e manter um programa contínuo e sistemático de pesquisas na região. O Programa possui um Comitê Executivo que através de seus subcomitês (Científico/Ambiental e Logístico/Manutenção) mantém a Estação e o programa de pesquisas.

Os condicionantes projetuais foram agrupados em dois segmentos: 1) caracterização e quantificação da população alvo e 2) Fatores de interferência. Foram realizados estudos de impacto ambiental segundo a capacidade suporte do ambiente e com base também em experiência anteriores na Antártica, no Atol das Rocas e na Ilha da Trindade, sendo sugerido o

[5] "A Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar (CNUDM), assinada pelo Brasil em 1982, e posteriormente ratificada em 22/12/88, mudou a ordem jurídica internacional relativa aos espaços marítimos, instituindo aos Estados costeiros o direito de explorar e aproveitar os recursos naturais da coluna d'água, do solo e subsolo dos oceanos." (www.mar.mil.br/secirm/proarq, acesso em 25/06/2001).

número máximo de 4 pessoas, considerando-se o tamanho reduzido da Ilha Belmonte e a relação de confinamento com o ambiente (ALVAREZ, 2001c).

Os fatores de interferência considerados foram classificados em quatro grupos: físicos, logísticos, ambientais e psicológicos conforme pode ser observado no Quadro 13.

CONDICIONANTES		DECISÕES DE PROJETO
Logísticos	Limitação dos meios de transporte.	Dimensionamento das peças de madeira considerando a situação mais restritiva de transporte: bote inflável com motor de popa e força-homem.
	Limitação dos recursos financeiros.	Adoção de técnica construtiva compatível com os recursos disponíveis, bem como com materiais e equipamentos disponíveis no mercado nacional.
	Mão-de-obra para confecção e montagem.	Projeto coerente com a mão-de-obra de marcenaria disponível no LPF/IBAMA e na Marinha do Brasil.
	Reduzido tempo para a realização das atividades.	Sistema construtivo desenvolvido para permitir a montagem na Ilha Belmonte em 15 dias, no máximo.
	Dificuldade para abastecimento e manutenção.	Instalações e equipamentos com o máximo de sustentabilidade e independência para funcionamento e manutenção.
Ambientais	Inserção na paisagem.	Relação harmônica com o ambiente natural, porém com presença marcada da edificação na paisagem natural.
	Energia e água potável.	Obtenção de energia através de sistema fotovoltaico com painéis solares; adoção de equipamentos de alta eficiência; instalação de dessalinizador por osmose reversa para obtenção de água doce a partir de água do mar, entre outros.
	Materiais construtivos básicos.	Adoção de materiais de baixo impacto ambiental e na medida do possível renováveis; de baixa manutenção; adequados à ação da maresia; adequados ao tipo de uso e usuário; que não exijam mão-de-obra especializada para construção e montagem; e que permitam pré-fabricação.
Físicos	Clima quente e úmido com ventos de baixa intensidade e chuvas constantes em determinados períodos do ano.	Edificação principal projetada com amplos beirais e ventilação cruzada nos ambientes internos; incorporação de varanda ao programa básico.
	Solo rochoso escarpado de coloração escura, com ausência de praias.	Construções com coloração branca ou clara; fundações afastadas do solo e simplesmente apoiadas (sem perfuração); lançamento de águas servidas diretamente no mar (impossibilidade de construção de fossa-filtro).
	Ausência de infra-estrutura em terra e ausência de água doce e vegetação.	Construção de um píer com um “turco” para facilitar o acesso e descarregamento de carga. Necessidade de instalação de um dessalinizador para produção de água doce.
	Abalos sísmicos e alagamentos.	Estrutura em monobloco da edificação principal com peças de madeira dimensionadas para impedir o desprendimento de partes da edificação; utilização de sistema de amortecedores entre fundações e o piso; e edificação sobre pilotis locada em área afastada de alagamentos.

continua

Conclusão

CONDICIONANTES		DECISÕES DE PROJETO
Físicos	Rochas pontiagudas com raras áreas planas.	Passarelas provisórias para auxiliar o transporte de pessoal e material durante a construção; criação de pequenos *decks* ao redor da edificação principal, protegidos por beirais.
	Violência da maré no entorno.	Dimensionamento das peças de madeira de acordo com as restrições de desembarque previstas.
Psicológicos	Ambiente agressivo e espaços de uso reduzidos., Tipo de usuários: homens e mulheres de 20 a 60 anos com maior presença na faixa de 22 a 30, estudantes de graduação ou pós-graduação. Eventualmente militares, fotógrafos, repórteres, autoridades, etc.	Estudos de avaliação de desempenho higrotérmico; materiais construtivos agradáveis ao tato; estudo ergonômico dos ambientes e equipamentos; flexibilidade dos ambientes internos para os diferentes tipos de usuário e de atividades; valorização da paisagem; facilidade de limpeza e manutenção.
	Sensação de confinamento e insegurança.	Tipologia edificatória que transmita a sensação de segurança e bem estar; permanência de uma embarcação nas proximidades do ASPSP; restrição do período de permanência (12 a 15 dias, podendo ser ampliado)

Quadro 13: Condicionantes projetuais e decisões tomadas no planejamento e projeto da Primeira Estação Científica do ASPSP. Fonte: Adaptado de ALVAREZ (2001c, p. 36-39).

Com base nesses condicionantes, foi estabelecido um programa de necessidades que além da edificação principal previa também edificações de apoio para os equipamentos e materiais. A edificação principal foi planejada contendo um alojamento para abrigar até quatro pessoas, um sanitário com água doce nas torneiras e água salgada na descarga do vaso sanitário, um ambiente de cozinha/estar/jantar, sala de rádio e varanda, com área total de 49 m² (Figura 48).

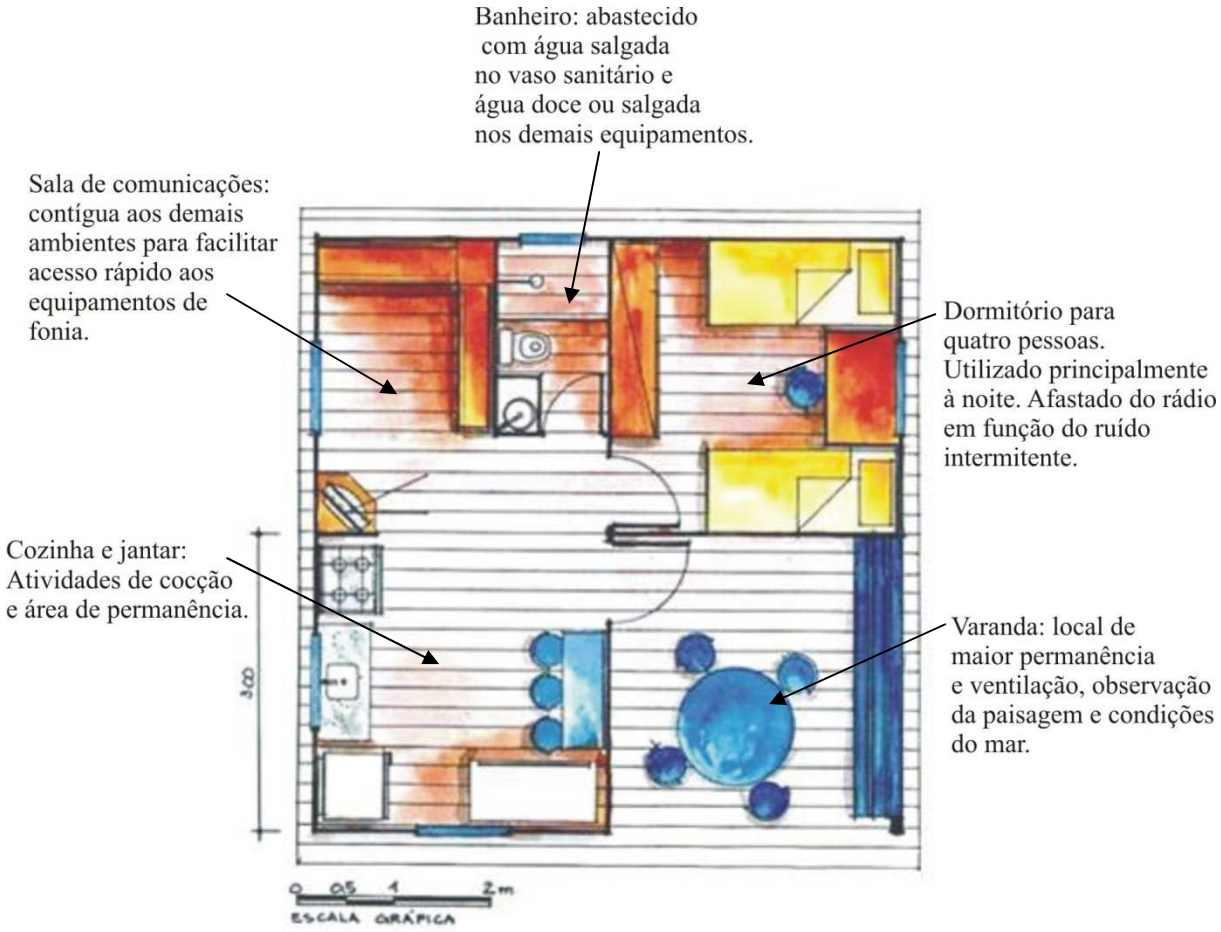


Figura 48: *Layout* básico da primeira ECASPSP com descrição resumida do uso de cada ambiente. Fonte: (ALVAREZ, 2003).

A tecnologia construtiva foi concebida especialmente para a situação do ASPSP, considerando-se, principalmente, a possibilidade da ocorrência de abalos sísmicos e os meios de transporte disponíveis. Segundo Alvarez (2001c, p.50),

> (...) foi desenvolvido um sistema construtivo pré-fabricado, associando as qualidades da madeira com a rigidez do aço, apoiado em sapatas de concreto guarnecidas com "amortecedores" objetivando a dissipação energética dos abalos sobre a edificação. A total ausência de equipamentos auxiliares em terra, a necessidade de transporte do material com o auxílio de botes infláveis e uma situação de mar sempre desfavorável condicionaram o dimensionamento das peças.

O sistema construtivo, chamado de "viga-laje em madeira" é composto por peças de madeira (vigotas) traspassadas por barras metálicas de aço (Figura 49), o que possibilitou que todas as peças componentes do piso, paredes e cobertura ficassem presas umas às outras formando um todo coeso e firme, uma estrutura em monobloco, o que impossibilita o desprendimento de uma peça em particular no caso de um sismo (Figura 50).

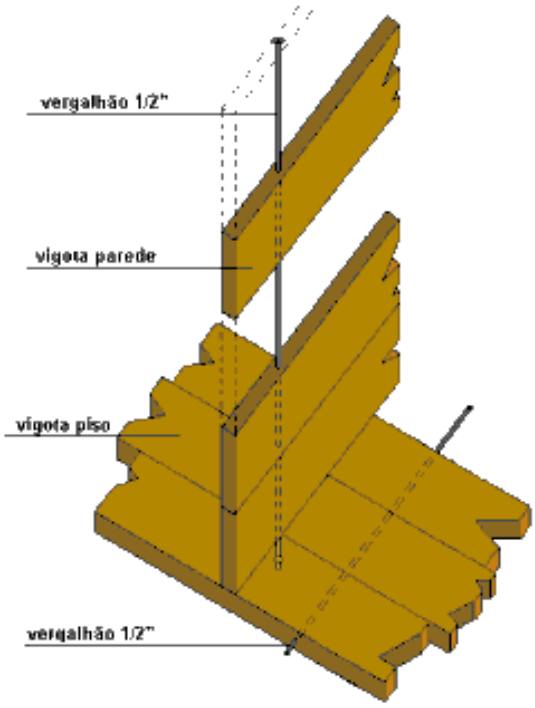


Figura 49: Croqui esquemático do sistema "viga-laje em madeira". Fonte: (ALVAREZ 2001c, p. 50).

(a) (b)

Figura 50: Em (a) sistema de amarração das vigotas do piso com as barras rosqueadas; e em (b), encaixe das vigotas da parede. Fonte: ALVAREZ (2001c, p. 62 e 64).

A madeira foi escolhida como principal material construtivo também por questões de conforto do usuário tanto por suas qualidades térmicas quanto por proporcionar agradável sensação ao tato.

No processo de preparação das peças, a madeira foi seca em estufa com rígido controle da temperatura. Para o período após a montagem, considerando que as peças de madeira passariam por deformações em função da grande exposição ao ambiente marinho, foram previstos ajustes através de apertos nas porcas posicionadas nas extremidades das barras

rosqueadas, previsto para serem realizadas em expedições de manutenção (ALVAREZ, 2001c).

Juntamente com a edificação principal e o seu mobiliário, foram montadas também a casa de baterias para atender ao sistema fotovoltaico; a casa do dessalinizador; além das instalações hidráulicas e elétricas. No dia 25 de junho de 1998, após a constatação do funcionamento pleno de todos os sistemas, foi inaugurada a primeira Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Figura 51), considerado um importante marco na história do lugar. Ao longo do tempo, foram feitas ampliações ao conjunto original procurando atender a novas demandas que se foram apresentando.

Figura 51: Primeira Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo no dia de sua inauguração em 25 de junho de 1998. Fonte: Cristina Engel de Alvarez.

No ano seguinte à inauguração, em 1999, um fenômeno de elevação do nível do mar causou transtornos significativos na Estação Científica e anexos (Figura 52a). O nível do mar subiu e a maré, não tendo vazão em função da topografia irregular da ilha Belmonte, ficou represada. A Estação sofreu um esforço de baixo para cima e foi deslocada em cerca de 50 cm de sua locação original (ALVAREZ, 2001c, p. 82).

Com o evento, embora tenha causado considerável transtorno aos usuários, foi possível avaliar que o sistema construtivo comportou-se como previsto, pois a elevação da maré simulou o que ocorreria com a Estação em caso de um abalo sísmico. Os estragos causados pelo evento de ondas foram consertados, o nível da Estação foi elevado e suas fundações reforçadas (Figuras 52b).

(a) (b)

Figura 52: Em (a), aspecto da Estação Científica após deslocamento provocado pela maré; e em (b), vista geral da edificação principal após as obras de reparo e elevação em relação ao solo. Fonte: ALVAREZ (2001c, p. 83 e 84).

Segundo Alvarez (2001c, p. 88), o sistema "viga-laje em madeira" demonstrou ser eficiente tanto na fabricação quanto na montagem da Estação. Os principais aspectos foram a facilidade de transporte de pequenas peças e a rapidez na montagem. As avaliações continuadas realizadas desde sua inauguração demonstraram que as peças de madeira não sofreram qualquer avaria ao longo do tempo, necessitando somente de pintura para sua conservação.

Contudo, após alguns anos de uso, sentiu-se a necessidade da construção de uma nova edificação com uma área maior, contendo, inclusive, um laboratório de pesquisa. Concomitantemente a isso, eventos envolvendo a incidência de ondas, provavelmente ocasionados por abalos sísmicos no oceano, em 2004 e 2006, geraram avarias importantes na Estação, contribuindo para acelerar o planejamento e a construção de uma segunda Estação Científica e o desmonte e retirada da primeira**.**

4.3.2 A segunda Estação Científica do ASPSP

O projeto da segunda Estação foi idealizado a partir dos conhecimentos sistemáticos adquiridos com a primeira desde sua inauguração, em 1998, reunidos através dos relatórios técnicos das manutenções e do processo continuado de avaliação pós-ocupação. Como o local da primeira Estação era mais susceptível ao ataque das ondas, foi decidida a mudança de local de implantação para uma nova posição, mais central, na Ilha Belmonte.

Para a escolha do novo local de implantação, foram desenvolvidos estudos segundo uma metodologia específica de avaliação que considerou, além dos critérios anteriormente estabelecidos para a primeira Estação (Quadro 7), a segurança contra impacto das ondas; a geração de sombra nas placas solares; a ocupação de área de nidificação; e o escoamento dos efluentes. Foram realizados também estudos de ventilação natural utilizando um simulador

interativo para a avaliação das possibilidades de implantação através do programa FLUXOVENTO, que se baseia nos conceitos de Dinâmica dos Fluidos Computacional e emprega as equações de Navier-Stokes (FOX apud CARVALHO et al., 2005, apud GUMZ, 2008), além dos estudos de insolação e trajetória solar visando o funcionamento adequado dos painéis solares (LPP/UFES, 2006).

A tecnologia construtiva adotada para a primeira Estação foi repetida devido ao seu sucesso comprovado. Contudo, como os dados das avaliações pós-ocupação apontaram como principais problemas da primeira Estação a incidência de ondas e a corrosão dos elementos metálicos (ALVAREZ, 2004), decidiu-se pela substituição das barras rosqueadas em aço galvanizado do sistema viga-laje por aço inoxidável. Decidiu-se, também, pela elevação da nova edificação para uma cota de piso superior ao nível da primeira Estação, ficando o piso na altura média de 1.80 m em relação ao nível do solo do local de implantação. As peças componentes do sistema de amortecimento também foram substituídas: os coxins metálicos passaram a ser de aço inox e os amortecedores, de galvanizados para neoprene.

O projeto das fundações levou em consideração as restrições logísticas do local e as dificuldades de transporte. Como feito na primeira Estação, foram produzidos discos em concreto no continente e transportados para o ASPSP sendo que, no local, a forma dos discos permitiu o seu rolamento até a área de implantação (Figura 53). Para conformar cada pilarete, os discos foram fixados no solo rochoso do Arquipélago através de quatro barras rosqueadas (Figura 54a) que foram chumbadas na rocha com chumbador químico, diferentemente da primeira Estação em que as sapatas eram simplesmente apoiadas no solo.

Figura 53: Transporte por rolamento dos discos de concreto sobre chapas de compensado. Fonte: GUMZ (2008, p. 93).

Foi organizada uma expedição especificamente para a locação da nova Estação e construção das fundações, em 24 de julho de 2007. A montagem se deu em expedição posterior, em outubro de 2007.

Para o início da montagem do sistema viga-laje, foi necessário primeiramente nivelar as fundações da nova Estação, que haviam sofrido movimentação de alguns discos por ação de ondas que alagaram o local no intervalo de tempo entre as duas expedições (Figura 35a). O fato de os pilaretes estarem sem amarração superior colaborou para isso. Também foram feitas cintas de proteção nas bases de alguns pilaretes com o objetivo de proteger os discos de concreto da ação da água das marés, uma vez que o solo do ASPSP se caracteriza pela fragmentação das rochas (Figura 54b).

(a) (b)

Figura 54: Em (a), pilarete sofrendo ação das ondas. Observa-se a fixação dos seus discos de concreto em quatro barras de aço; e em (b), concretagem das cintas de proteção. Fonte: GUMZ (2008, p. 100-103).

O sistema viga-laje, utilizado para a primeira Estação foi repetido por ter se mostrado bastante satisfatório em relação à segurança do usuário, especialmente em relação aos abalos sísmicos;

à facilidade de transporte e montagem, não exigindo mão-de-obra especializada; e ao aspecto ambiental, pois produz impacto mínimo, uma vez que as peças são produzidas no continente e apenas montadas no Arquipélago (GUMZ, 2008).

Quando foi feito o planejamento da nova Estação, as avaliações de habitabilidade continuadas da primeira foram fundamentais para a escolha do programa de necessidades para a nova edificação. Já havia sido constatada a necessidade de um ambiente para laboratório; e também a necessidade de se unir, na medida do possível, as edificações anexas em blocos. Assim, o projeto da nova Estação foi desenvolvido de acordo com o seguinte programa: dormitório para quatro pessoas, cozinha, sala de estar e jantar integradas, banheiro, laboratório, depósito, casa de baterias, varanda e *deck* (Figura 55).

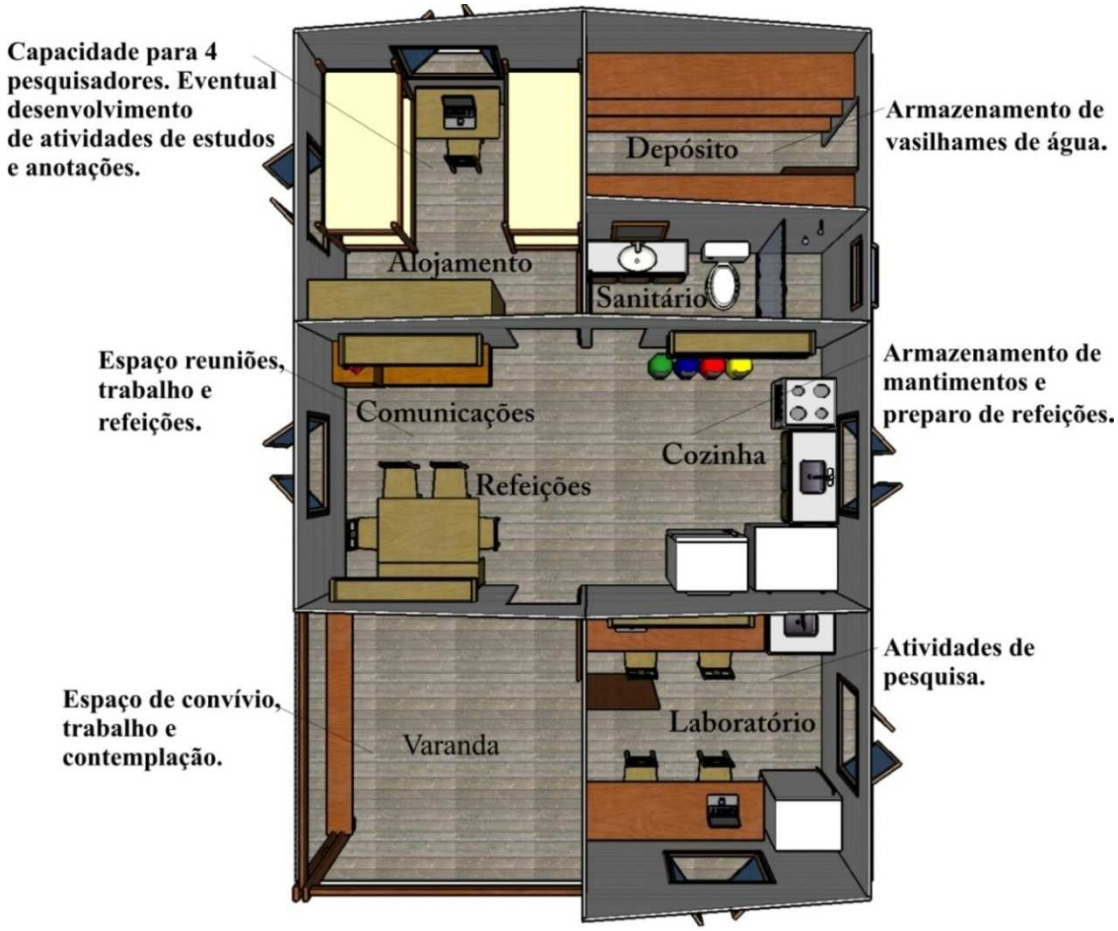


Figura 55: Perspectiva interna computadorizada do projeto da segunda Estação Científica. Fonte: Acervo LPP/UFES (2007).

O mobiliário da nova Estação Científica foi projetado atendendo a alguns critérios, como por exemplo, o "máximo aproveitamento do espaço interno dos compartimentos, a ergonomia, a elevada umidade do ambiente natural, a diversidade cultural e social dos usuários, a durabilidade e a facilidade de manutenção" (ALVAREZ et al., 2008), dentre outros.

A madeira inicialmente escolhida para a produção da segunda Estação (Tauari - *Couratari oblongifolia* e maçaranduba - *Manilkara huberi*) precisou ser substituída pela indisponibilidade do mercado em atender ao quantitativo estipulado dentro do prazo para o procedimento licitatório. Assim, a substituição foi feita por Jequitibá (*Cariniana micrantha*) e Tamarindo (*Dialium guianense*). A madeira de Jequitibá foi utilizada nas paredes devido à baixa retração e menor variação dimensional, e a de Tamarindo para o piso e cobertura por resistir a maiores solicitações ao desgaste. A secagem foi realizada em estufa, obedecendo a orientações dos técnicos do Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA, com teor de 12% de umidade (ALVAREZ et al., 2008, apud GUMZ, 2008, p. 108).

As peças de madeira foram fabricadas na carpintaria da Base Naval de Natal-RN, que foi equipada segundo orientações do engenheiro responsável pelo projeto estrutural da primeira e da segunda Estação. Foi realizada uma pré-montagem na BNN, procedimento fundamental para o sucesso da montagem definitiva. A pré-montagem possibilitou, segundo Gumz (2008, p. 109):

1. Executar ajustes e reparos, que caso não realizados antecipadamente, poderiam inviabilizar os serviços no canteiro de obras;
2. Minimizar os impactos ambientais advindos da geração de resíduos e de ruídos no ecossistema local;
3. Diminuir o tempo de trabalho no Arquipélago, refletindo na minimização dos custos do PROARQUIPÉLAGO;
4. Reduzir o risco de acidentes dos operários, principalmente no manuseio de equipamentos elétricos; e,
5. Treinar a equipe de execução da montagem.

O transporte dos materiais construtivos do navio para o Arquipélago foi executado através de bote com motor de popa do tipo Zodiac (Figura 56), o que exigiu destreza e cuidado, devido ao risco de queda de materiais no mar. Esse foi um fator considerado no dimensionamento das peças.

(a) (b)

Figura 56: Em (a), transporte de peças de madeira do sistema viga-laje pelo píer da ilha Belmonte; e em (b), içamento de caixas contendo os discos em concreto das fundações com o auxílio do equipamento de força denominado "turco". Observa-se nas imagens a variação do nível da maré. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

No processo de montagem, após ocorrer o nivelamento das fundações, foram fixados nos pilaretes os conjuntos de amortecedores constituídos cada um por quatro coxins de neoprene e duas placas metálicas de aço inoxidável. Sobre eles, foram parafusadas as vigas de apoio do piso (Figura 57). A fixação das vigas com os amortecedores foi feita com barras rosqueadas de aço inoxidável.

(a) (b)

Figura 57: Em (a) fixação das vigas de apoio do piso no conjunto de amortecedores; e em (b), visão geral das fundações da nova Estação com os amortecedores e com as vigas de apoio do piso. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

Sobre o vigamento de apoio, foram montadas as vigotas do piso (Figura 58). As peças de madeira foram encaixadas nas barras rosqueadas e apertadas a cada segmento de 150 cm. Inicialmente, foi previsto o aperto a cada 300 cm (dimensão original da barra), mas a quantidade de peças nessa medida dificultava a atividade.

(a) (b)

Figura 58: Em (a), montagem do piso; e em (b), finalização da montagem do piso e início da fixação das vigotas das paredes. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

As paredes foram montadas encaixando-se as vigotas de madeira em barras rosqueadas que partiam das fundações (Figura 59). Algumas barras se estendiam até o nível do vão de encaixe das esquadrias onde era feito o aperto com porcas, enquanto outras seguiam até a cobertura. Os marcos das esquadrias foram encaixados na sequência de montagem das paredes e entre o piso e as primeiras peças das paredes, foram colocadas tiras de manta asfáltica para promover a vedação e impedir o escorrimento de água da chuva ou das atividades de limpeza da Estação por debaixo das paredes.

(a) (b)

Figura 59: Em (a), encaixe das vigotas das paredes nas barras rosqueadas. Observar detalhe do encaixe do parafuso, em vista de topo; e em (b), aspecto geral da montagem das paredes. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

Após a montagem das paredes externas e internas, iniciou-se a montagem da cobertura. Sobre a última sequência de peças das paredes, foram colocadas peças de acabamento que também serviriam de guia para a junção das peças da cobertura (Figura 60a). As vigotas da cobertura foram encaixadas nas barras rosqueadas da mesma forma que foi executada a montagem do piso e os apertos ocorreram em intervalos de 150 cm (Figura 60b).

(a) (b)

Figura 60: Em (a), fixação das peças-guia da cobertura sobre os painéis das paredes; e em (b), início da montagem da cobertura. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

Sobre as vigotas de madeira da cobertura, foram fixadas as telhas de alumínio (Figura 61a). Foram especificadas telhas de alumínio brancas, duplas, com recheio de poliuretano, com o objetivo de promover uma maior proteção contra a radiação solar intensa colaborando, assim, para o conforto do usuário. Também com esse objetivo, foram projetadas aberturas superiores nos painéis de parede, promovendo a ventilação como estratégia para dissipação do calor gerado internamente (Figura 61b).

(a) (b)

Figura 61: Em (a), fixação das telhas de alumínio sobre a cobertura de vigotas; e em (b), aberturas superiores de ventilação acima da janela da sala de estar. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

Após o término do telhado, iniciou-se a limpeza dos painéis das paredes para a pintura. Concomitantemente a essa atividade, foi iniciada a fixação das esquadrias. Foram projetadas janelas com venezianas de aletas móveis (Figura 62a), solução adotada com sucesso por ocasião da construção da primeira Estação Científica do Atol das Rocas. As aberturas de ventilação receberam marcos, sendo posteriormente encaixadas as esquadrias compostas por moldura em madeira e vedação em tecido metálico de aço inoxidável (Figura 62b).

(a) (b)

Figura 62: Em (a) janela do alojamento com aletas das venezianas na posição aberta; e em (b), janela da sala de estar com aletas fechadas. Sobre a janela, observam-se as aberturas de ventilação já com a tela metálica de proteção instalada. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

Como a Estação Científica ficou em uma altura considerável em relação ao piso, foi necessária a montagem de guarda-corpo ao redor do *deck* a fim de garantir a segurança dos usuários (Figura 63a). Na varanda, foi construído um banco (Figura 63b) que além de proporcionar local de descanso, possui função estrutural colaborando com a "amarração dos demais componentes no vazio de painéis laterais formado pela varanda" (GUMZ, 2008, p. 119).

(a) (b)

Figura 63: Em (a), guarda-corpo das passagens laterais dos *decks*. A fixação dos componentes estruturais foi feita com cantoneiras parafusadas no piso; e em (b), banco da varanda, tendo o guarda-corpo ao fundo. Fonte: acervo LPP/UFES (2007).

Por fim, essa expedição concluiu a montagem e a pintura da nova Estação Científica (Figura 64), ficando a instalação dos sistemas complementares de água e esgoto, energia e comunicações, bem como o mobiliário para uma expedição futura. As últimas atividades dessa expedição de montagem foram a limpeza do entorno e do piso da nova Estação com o recolhimento e embalagem dos resíduos e o armazenamento dos materiais e equipamentos que ficaram no Arquipélago.

(a) (b)

Figura 64: Em (a) e (b): vistas da nova Estação após a conclusão dos trabalhos. Fonte: Acervo LPP/UFES (2007).

O mobiliário da Estação foi também projetado pelo Laboratório de Planejamento e Projetos da UFES e confeccionado pela carpintaria da Base Naval de Natal – RN (Figura 65). O sistema de energia solar fotovoltaica foi desenvolvido pelo CEPEL[6] (Figura 66), que também foi o responsável pelo projeto e instalação do mesmo sistema para a primeira Estação. Para a produção de água doce, foi instalado um sistema de dessalinização da água do mar por osmose reversa (Figura 67).

(a) (b)

Figura 65: Em (a), mobiliário da cozinha da nova Estação; e em (b), vista do mobiliário do alojamento. Fonte: Marco Antônio Carvalho de Souza (2008).

[6] CEPEL: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

(a) (b)

Figura 66: Em (a), instalação dos painéis solares do sistema fotovoltaico; e em (b), vista geral da finalização da instalação dos painéis. Observa-se o cobrimento quase total das placas pelo guano das aves, o que gera a necessidade de limpeza constante. Fonte: Marco Antônio Carvalho de Souza (2008).

(a) (b)

Figura 67: Em (a), dessalinizador da Village Marine Technology (VMT) instalado no ASPSP. Fonte: SECIRM, 2008, apud GUMZ, 2008, p. 142); e em (b), vista das duas edificações anexas construídas para abrigar os dessalinizadores, sendo que a menor, pintada, abrigava o aparelho da primeira Estação. Posteriormente, foi desativada e desmontada e atualmente abriga aparelhagem de telefonia pública. Fonte: Marco Antônio Carvalho de Souza (2008).

Posteriormente à finalização dos sistemas complementares, foram construídas uma passarela de acesso à nova Estação com o objetivo de proporcionar maior conforto ao usuário; e as escadas de acesso à varanda e à cobertura. A primeira Estação Científica do ASPSP foi desmontada após a finalização da instalação de todos os equipamentos e pleno funcionamento da nova edificação. O antigo muro de contenção, construído para diminuir o impacto das ondas na primeira Estação, também foi desmontado e as peças transportadas para o continente, obedecendo ao critério de permanecer na Ilha somente os equipamentos e instalações necessários e em uso. A Figura 49 retrata o aspecto atual da nova Estação.

Após a construção da Segunda Estação Científica (Figura 68) e a instalação de seus sistemas complementares, a Primeira Estação foi desmontada e levada para o continente. Parte das sapatas de concreto de suas fundações foi reaproveitada para servirem de base para uma nova

passarela de acesso ao dessalinizador, instalado em um nível mais elevado da Ilha Belmonte, e as restantes foram demolidas.

Figura 68: Nova Estação Científica do ASPSP, com a logomarca em madeira, que expressa na silhueta do Arquipélago a relação de inserção da Estação na paisagem.

Segundo relatório técnico do desmonte da Primeira Estação Científica (Figura 69), após dez anos de sua vida útil, a maioria das peças de madeira que não foi substituída devido às avarias produzidas pelo embate de ondas, estava em bom estado geral:

> Todo o material estava em bom estado nesta porção leste. Segundo carpinteiros que ajudaram na construção da estação, os vergalhões internos estavam em sua maioria com a lubrificação original, uma vez protegidos pela madeira. As cabeças dos vergalhões estavam também em bom estado, podendo ser até retirados com facilidade se com as chaves corretas. As únicas partes tomadas pela ferrugem eram as porcas situadas sob o piso da estação. Essas porcas estavam expostas com freqüência ao contato com a água do mar, e por isso, apresentavam corrosão avançada (POTRATZ, R. H. F., 2008, p. 6).

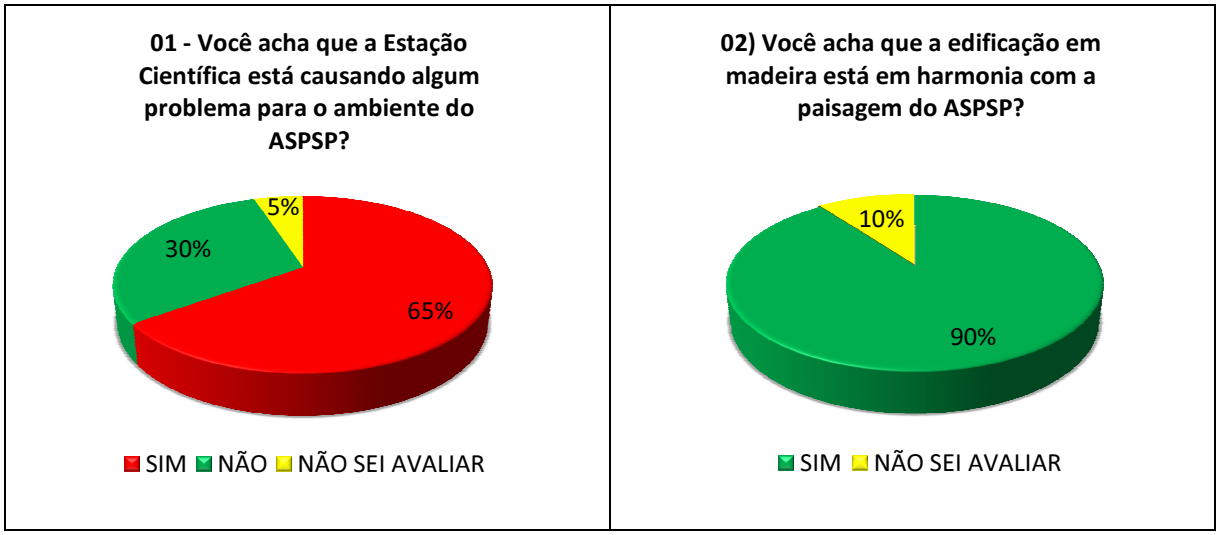
(a) **(b)**

Figura 69: Em (a), início do desmonte da Primeira Estação Científica do ASPSP; e em (b), detalhe do desmonte do piso da edificação. Observa-se aspecto geral satisfatório das peças de madeira. Fonte: Raphael Henrique Ferreira Potratz. Acervo LPP/Ufes (2008).

O relatório do desmonte da Primeira Estação destaca a atuação da madeira como elemento protetor das partes metálicas, fato que também foi observado nas edificações em Fernando de Noronha e pode ser considerado como uma estratégia projetual em casos semelhantes, como fator coadjuvante na mitigação dos efeitos da corrosão metálica.

4.3.3 Resultados

A respeito dos possíveis impactos que a Segunda Estação Científica em madeira poderia gerar no local, segundo opinião do gestor, a edificação não tem causado problema para o ambiente do ASPSP e está em harmonia com a paisagem do local. Na opinião dos usuários (pesquisadores), 65%, contudo, assinalam que a Estação está causando algum tipo de problema para o ambiente, simplesmente pelo fato de "existir", considerando as dimensões reduzidas do Arquipélago (Gráfico 30a). Em relação a um possível impacto paisagístico, 90% dos pesquisadores assinalam que a Estação está em harmonia com a paisagem (Gráfico 30b).



(a) **(b)**

Gráfico 30: Avaliação dos pesquisadores sobre os possíveis impactos ambientais e paisagísticos da Segunda Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Segundo observações dos usuários, o impacto ambiental é caracterizado principalmente por interferência na fauna local, com destaque para a colônia de aves e pelo esgoto que é lançado diretamente no oceano. Em relação à presença humana no local como um todo, também é questionado o possível impacto do ruído do motor do bote na reprodução das espécies marinhas. Contudo, essa interferência está relacionada com a presença de uma edificação na ilha, suas instalações e as atividades de pesquisa realizadas e não necessariamente com o material de construção madeira em si.

Durante o planejamento e montagem da Segunda Estação, foram tomados alguns cuidados buscando-se impactar o mínimo possível o ambiente. Dentre essas ações, na avaliação dos sítios propícios para a implantação da edificação, foi escolhido um local que é passível de constante alagamento e inadequado para a nidificação, ou seja, quase desprovido de ninhos de aves. Por sua vez, as peças de madeira foram produzidas no continente, objetivando reduzir a quantidade de resíduos produzidos em obra, evitando-se atividades de retrabalho e adaptação de peças o que geraria mais resíduos. Além disso, para o despejo do esgoto foi escolhido um local que sofre constante embate de ondas, considerando-se também a pequena quantidade de dejetos produzida em relação ao oceano circundante (a Estação Científica foi projetada para abrigar até 4 pessoas).

Por ocasião da instalação do canteiro de obras, foram observados os locais mais favoráveis para deposição temporária de materiais, além do controle do que deveria desembarcar do navio, segundo cronograma de utilização na obra, visando a não ocupação de uma área muito extensa. Ainda em relação aos resíduos sólidos, foi realizada sua coleta e armazenamento para retorno ao continente durante o decorrer da obra. Nesse contexto, a madeira possibilitou a mitigação dos resíduos em obra e seu controle mais efetivo, em relação à coleta, embalagem e destinação final.

Apesar do impacto citado, que já ocorre simplesmente pela presença humana no local, a Estação é necessária para a hospedagem dos pesquisadores em atividades de campo no Arquipélago com conforto e segurança e para a manutenção da Zona Econômica Exclusiva, que garante ao país 200 milhas de mar territorial no entorno do Arquipélago. Contudo, pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de se desenvolver um plano de monitoramento da Estação Científica de forma a diagnosticar indicadores de impacto para que ações minimizadoras e reguladoras sejam implementadas (ALVAREZ et al., 2010).

Ao serem consultados sobre a possibilidade da Estação Científica ser de outro material construtivo, 70% dos pesquisadores não concordaram com essa possibilidade, enquanto que 25% disseram não saber avaliar devidamente a questão (Gráfico 31). A respeito da aparência da Estação em madeira, 95% dos respondentes dizem agradar-se tanto de sua aparência externa quanto interna (Gráfico 32).

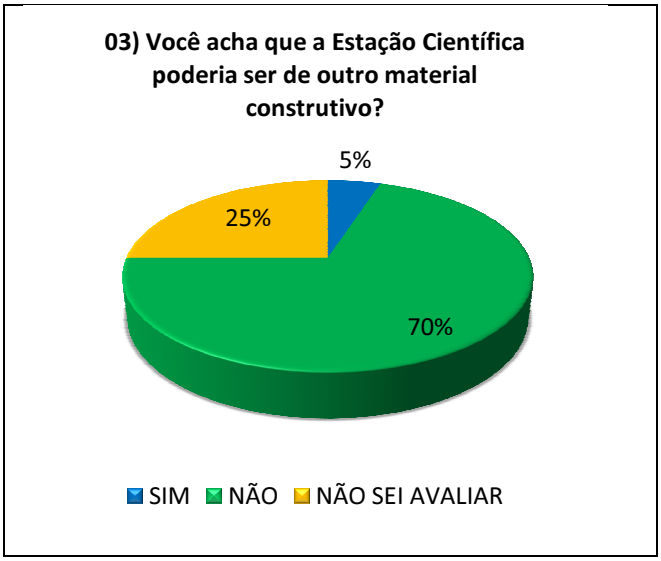
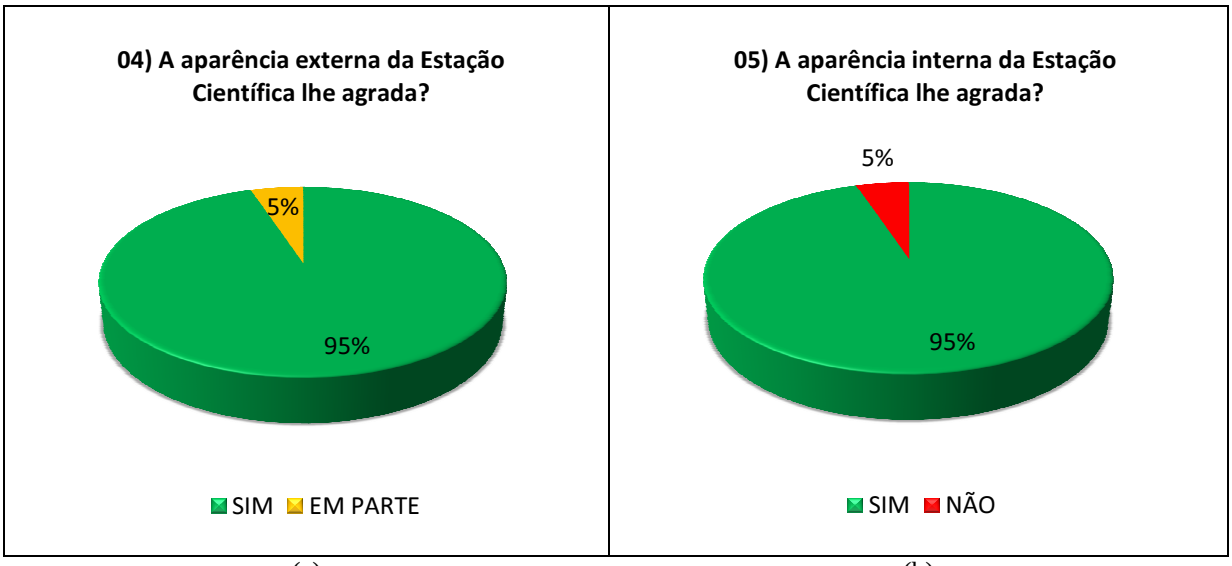


Gráfico 31: Avaliação dos pesquisadores sobre a possibilidade de utilização de material construtivo diverso à madeira na construção da Estação.



(a) (b)

Gráfico 32: Opinião dos pesquisadores sobre a aparência da Estação Científica em madeira.

No que concerne ao requisito segurança, no caso específico do ASPSP, além da segurança estrutural e a incêndios, acrescenta-se também a necessidade de segurança contra abalos sísmicos, diferentemente dos demais casos analisados nesta pesquisa. Assim, como já relatado, o sistema de amortecimento anteriormente desenvolvido para a Primeira Estação foi reutilizado no projeto da Segunda Estação com adaptações, principalmente em relação ao tipo de material metálico dos amortecedores, substituído por placas de aço inoxidável, e a amarração das sapatas no solo, anteriormente somente apoiadas.

Segundo ALVAREZ (2001,c), um dos principais problemas na ocorrência de abalos sísmicos é o desprendimento de peças da edificação, podendo com a queda, produzir ferimentos no usuário e, eventualmente, causar incêndios. Como resposta a esse condicionante, a edificação é uma estrutura em monobloco, tendo todas as peças de madeira constituintes de piso, paredes e cobertura um amarramento interno com barras metálicas, o que impede o desprendimento de peças individualmente na ocorrência de um tremor. Nesse aspecto, a madeira permitiu facilidade de manuseio, encaixe e resistência no conjunto edificado.

No que concerne à segurança estrutural, o projeto inicialmente foi calculado segundo as normas vigentes para estruturas de madeira, levando-se em consideração os aspectos peculiares do local, como o embate das ondas e a força das águas na superfície da Ilha Belmonte, na parte alagável da ilha.

Em relação ao risco de incêndios, 40% dos usuários acreditam ser a edificação segura. Contudo, a maioria, 60%, diz não saber avaliar corretamente a questão (Gráfico 33). A Estação Científica possui à disposição dos pesquisadores extintores de incêndio, de tipos diferenciados, segundo a classe do incêndio, para serem utilizados no combate ao foco inicial de propagação. Além disso, os pesquisadores recebem, no treinamento pré-expedição, orientações teóricas e práticas sobre prevenção a incêndio e normas de conduta em caso de sinistro.

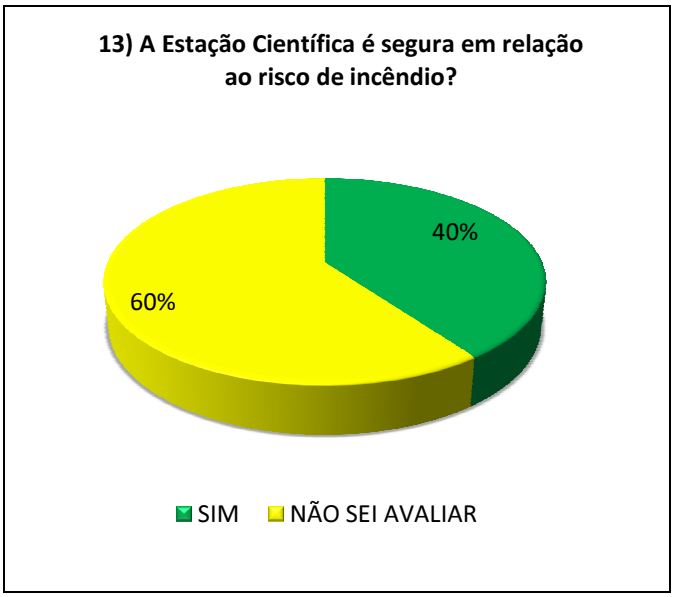


Gráfico 33: Avaliação dos pesquisadores do ASPSP sobre a segurança da Estação Científica a incêndios.

Como há a necessidade da presença de combustíveis na ilha para o funcionamento de botes e gerador de energia auxiliar, todos os recipientes com materiais inflamáveis são mantidos afastados da edificação principal, numa construção anexa de apoio.

Na avaliação técnica realizada, observou-se que, após dois anos e meio de sua montagem, o piso da Estação e suas peças estruturais encontram-se em estado geral satisfatório, apenas apresentando sinais de envelhecimento da madeira, devido à ação constante da névoa salina e radiação solar direta em áreas expostas. Devido à alta umidade do local, as peças de madeira permanecem constantemente umedecidas (Figura 70).

(a) **(b)**

Figura 70: Em (a), piso interno do dormitório apresentando desgaste da pintura nas áreas de maior circulação; e em (b), vista do piso do *deck* lateral da Estação, área que sofre a incidência direta do sol e está mais exposta à ação da névoa salina. Observam-se, também, manchas de tinta da última pintura das paredes.

Apesar da constante umidade do piso, fato também registrado para a Primeira Estação Científica nos relatórios técnicos de manutenções pretéritas, observou-se que a madeira escolhida para a produção da edificação se mostrou resistente durante toda a vida útil da edificação.

Em relação ao requisito manutenibilidade, segundo relato do gestor do Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo, desde a prontificação da nova Estação, em 2008, ela tem passado por avaliações e manutenções periódicas que ocorrem em média três vezes por ano e consistem basicamente em recuperar ou substituir os equipamentos dos sistemas em operação no local - susceptíveis à ação da corrosão acentuada -, limpeza e pintura das superfícies de madeira em função de serem constantemente impregnadas pelo guano das aves marinhas.

Os custos dessas manutenções são altos, devido à grande distância do continente, sendo que cerca de 70% desse custo está relacionado ao transporte de pessoal e materiais para a ilha. As maiores dificuldades encontradas na realização dessas manutenções são a distância do

continente e a topografia irregular do local que agrega dificuldade aos profissionais na realização de suas atividades. O gestor destaca, todavia, que essas dificuldades são contornadas pelo empenho e dedicação das equipes envolvidas nas atividades de manutenção.

A respeito do comportamento da madeira, segundo o gestor, as peças utilizadas foram minuciosamente selecionadas durante sua produção, com vistas a suportarem as condições severas do ambiente sem a utilização de nenhum procedimento adicional de conservação. Assim, não se aplica nenhum produto preservativo na madeira durante as manutenções, destacando-se que não foram observados sinais de fungos, cupins ou brocas no madeiramento da edificação. Todas as peças de madeira do *kit* receberam, contudo, uma demão de *Stain* ainda na marcenaria, antes da montagem definitiva para aumentar sua proteção contra intempéries.

O gestor ainda destaca que não há nenhuma dificuldade no trato com a madeira durante a realização das manutenções e que não foi necessário substituir nenhuma peça do *kit* original de construção.

Dos três locais estudados, o Arquipélago de São Pedro e São Paulo se configura como o de caráter mais hostil e inóspito, imputando aos materiais construtivos uma ação bastante agressiva.

Na Estação, a madeira também foi utilizada na produção das esquadrias, do mobiliário e nos anexos que são: a casa de baterias do sistema fotovoltaico; a casa do gerador; o paiol de combustíveis; a casa do sistema de telefonia pública; e a casa do dessalinizador (Figuras 71a e 71b).

(a) **(b)**

Figura 71: Em (a), vista do paiol de combustíveis. A madeira está íntegra, apesar de impregnada de guano; e em (b), casa do dessalinizador. Observa-se que por não ter sido pintada, a madeira apresenta-se com aspecto envelhecido e coloração acinzentada característica da ação do tempo e das intempéries.

Em relação ao mobiliário, apesar da constante ação da umidade e névoa salina, a madeira tem resistido bem, apresentando apenas sinais de desgaste e envelhecimento (Figura 72).

(a) **(b)**

Figura 72: Em (a), armário projetado para abrigar os equipamentos do sistema de comunicação. Apesar de apresentar aspecto envelhecido, está em excelente estado de conservação; e em (b), armário alto da cozinha também em excelentes condições. Observa-se que o uso de portas treliçadas objetiva reduzir o acúmulo de umidade no interior dos armários.

No que concerne aos requisitos de habitabilidade, um dos aspectos avaliados foi em relação ao conforto higro-térmico do usuário. Ao serem consultados sobre essa questão, 95% dos pesquisadores qualificam como ótima ou boa a temperatura interna da Estação em relação à temperatura externa (Gráfico 34).

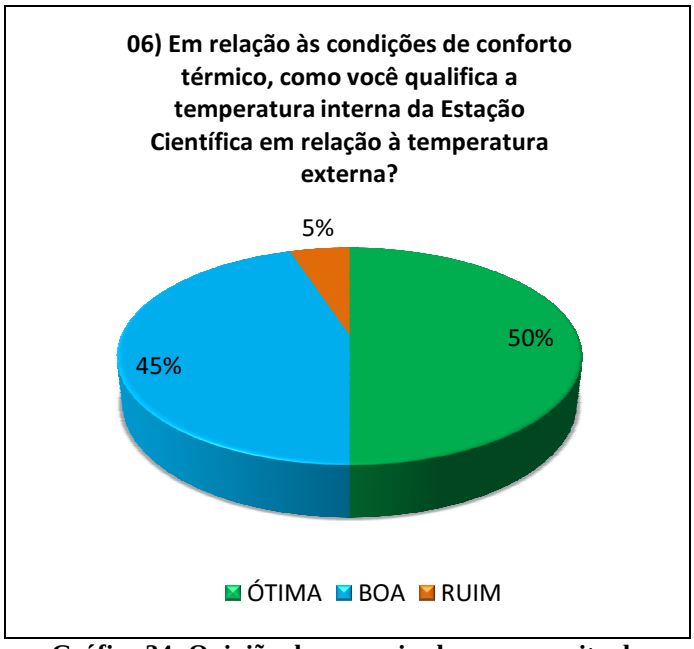
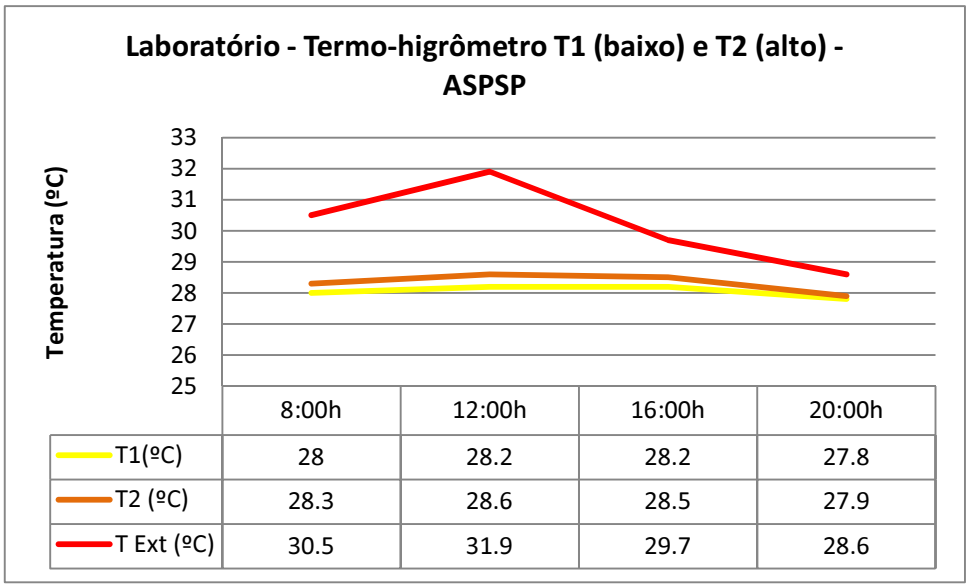


Gráfico 34: Opinião dos pesquisadores a respeito do conforto térmico proporcionado pela Estação Científica.

Objetivando-se avaliar o conforto térmico do ponto de vista técnico, foram instalados relógios termo-higrômetros em três ambientes da Estação e realizadas medições diárias, em quatro

horários ao dia, em intervalos de 4 h, durante 14 (quatorze) dias. Os resultados encontram-se nos Gráficos 35 a 41.

No Gráfico 35, observa-se que apesar da variação da temperatura externa ao longo do dia, a temperatura interna no laboratório permaneceu praticamente constante e inferior à temperatura externa na sombra, com destaque para o período mais quente do dia (12:00 h) em que a diferença de temperatura externa e interna foi de 3.3ºC para a maior temperatura interna medida. A ventilação cruzada pelo ambiente garantida pelas aberturas em paredes opostas e aberturas de ventilação superiores colabora para tornar o ambiente mais confortável.



	8:00h	12:00h	16:00h	20:00h
T1(ºC)	28	28.2	28.2	27.8
T2 (ºC)	28.3	28.6	28.5	27.9
T Ext (ºC)	30.5	31.9	29.7	28.6

Gráfico 35: Variação da temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T1 e T2; e variação da temperatura externa.

No Gráfico 36, observa-se diferença significativa entre os valores de umidade relativa do ar medidos com os termo-higrômetros alto e baixo instalados no laboratório (Gráfico 36), enquanto que as temperaturas internas praticamente não diferem entre si, nas alturas medidas. Observa-se também que a velocidade do ar diminuiu nos períodos do dia de maior temperatura e menor umidade relativa do ar (Gráfico 37).

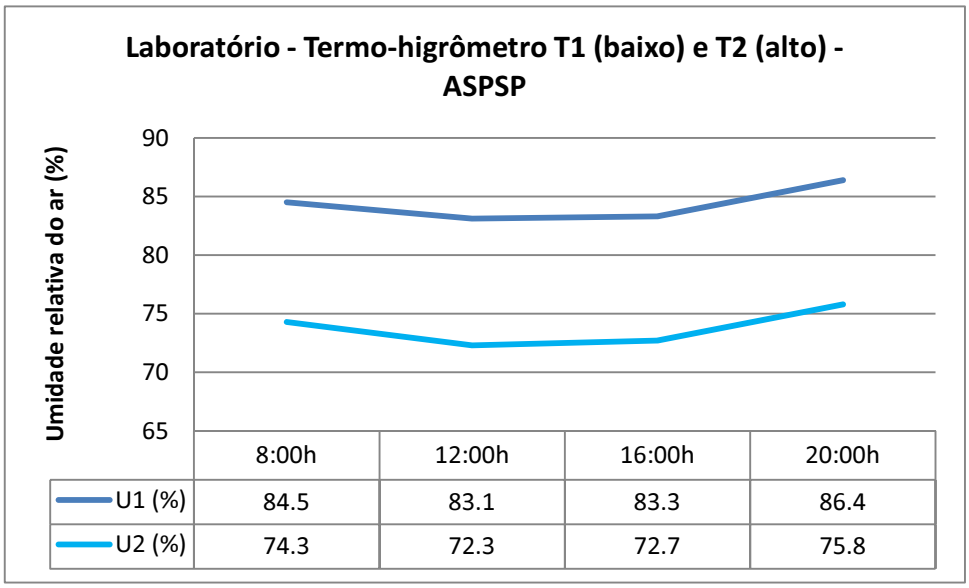


Gráfico 36: Variação da umidade relativa do ar medida pelos termo-higrômetros T1 e T2.

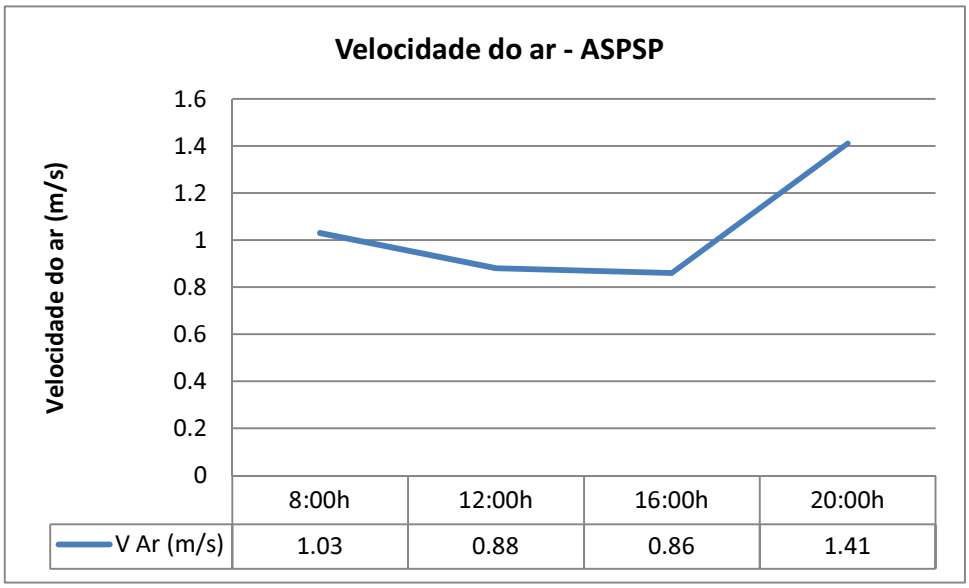
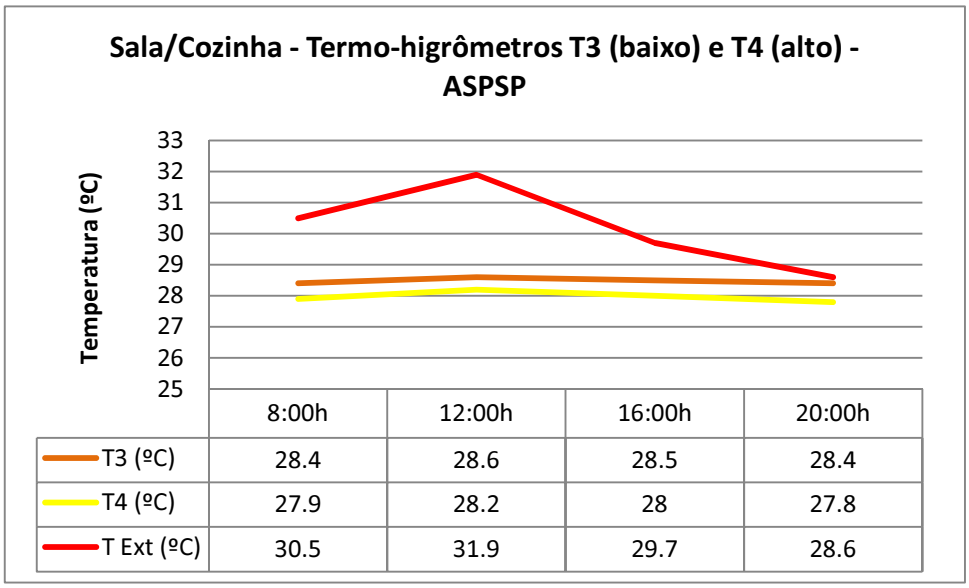


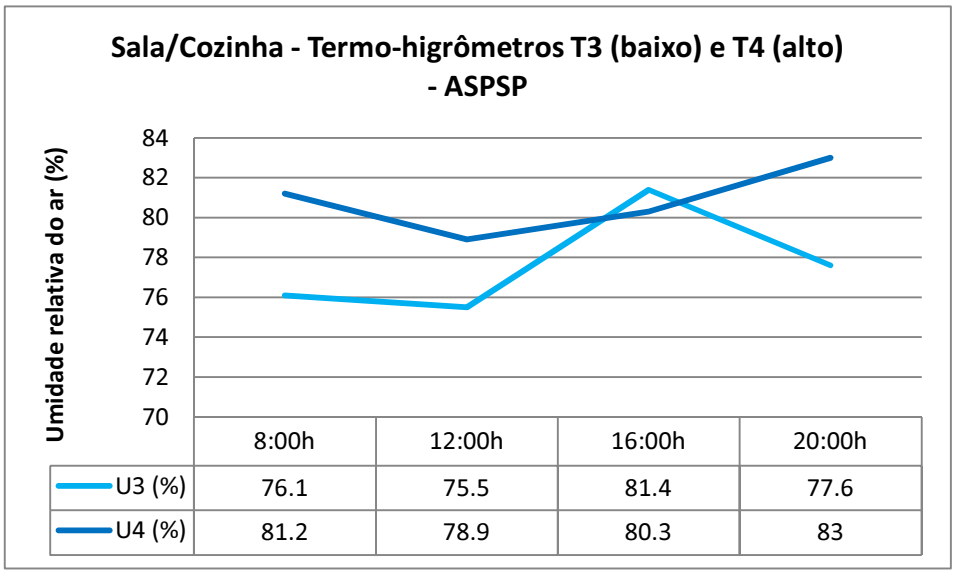
Gráfico 37: Variação da velocidade do ar medida no ambiente laboratório.

No Gráfico 38, observa-se que não houve variação significativa entre as temperaturas internas altas e baixas medidas pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4, instalados no ambiente sala/cozinha, apesar de haver oscilação entre os valores de umidade relativa do ar (Gráfico 39). Comparando-se as temperaturas internas com as temperaturas externas, observa-se que as internas mantiveram-se praticamente constantes ao longo do dia, com destaque também para o período do meio-dia, em que a diferença de temperatura entre exterior e interior foi de 3,3ºC como já observado no laboratório. No período noturno, as temperaturas tenderam a se igualar.



	8:00h	12:00h	16:00h	20:00h
T3 (ºC)	28.4	28.6	28.5	28.4
T4 (ºC)	27.9	28.2	28	27.8
T Ext (ºC)	30.5	31.9	29.7	28.6

Gráfico 38: Variação da temperatura interna medida pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4; e variação da temperatura externa.



	8:00h	12:00h	16:00h	20:00h
U3 (%)	76.1	75.5	81.4	77.6
U4 (%)	81.2	78.9	80.3	83

Gráfico 39: Variação da umidade relativa do ar medida pelos relógios termo-higrômetros T3 e T4.

No Gráfico 40, observa-se que o ambiente dormitório apresentou o maior gradiente de variação de umidade, entre alturas diferentes, sendo que o aparelho T6 mediu as menores umidades em comparação com os outros aparelhos instalados em baixa altura.

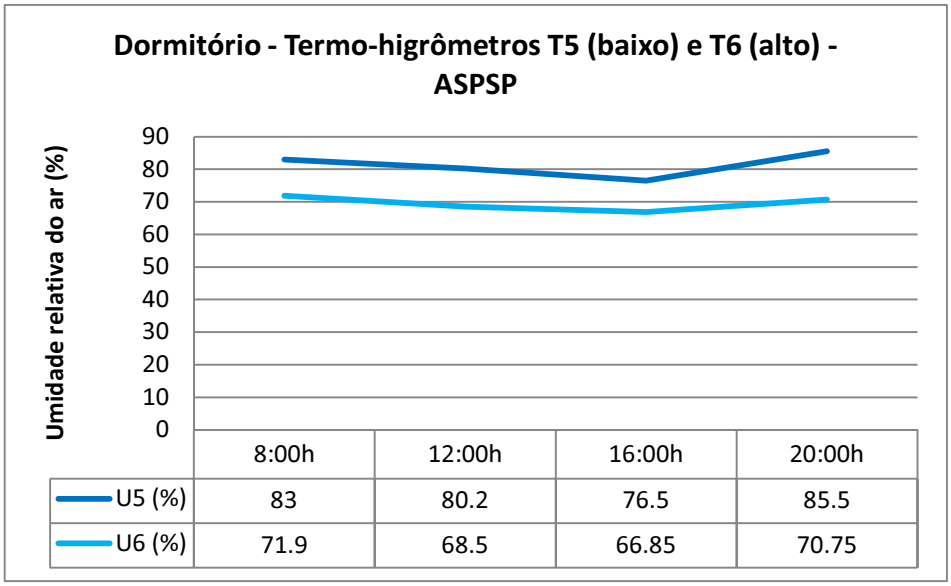


Gráfico 40: Variação da umidade relativa do ar medida pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6.

Semelhante aos demais ambientes, os relógios instalados no dormitório (Gráfico 41) registraram pequena variação da temperatura interna se comparada com a variação medida da temperatura externa, induzindo à conclusão de que a somatória das estratégias de projeto com os materiais utilizados na Estação Científica, objetivando o conforto térmico do usuário, colabora para que a edificação mantenha sua temperatura interna constante, sem grandes variações, e mais baixa do que a temperatura externa em média de 3,3º, na pior situação, (12:00 h), no período observado.

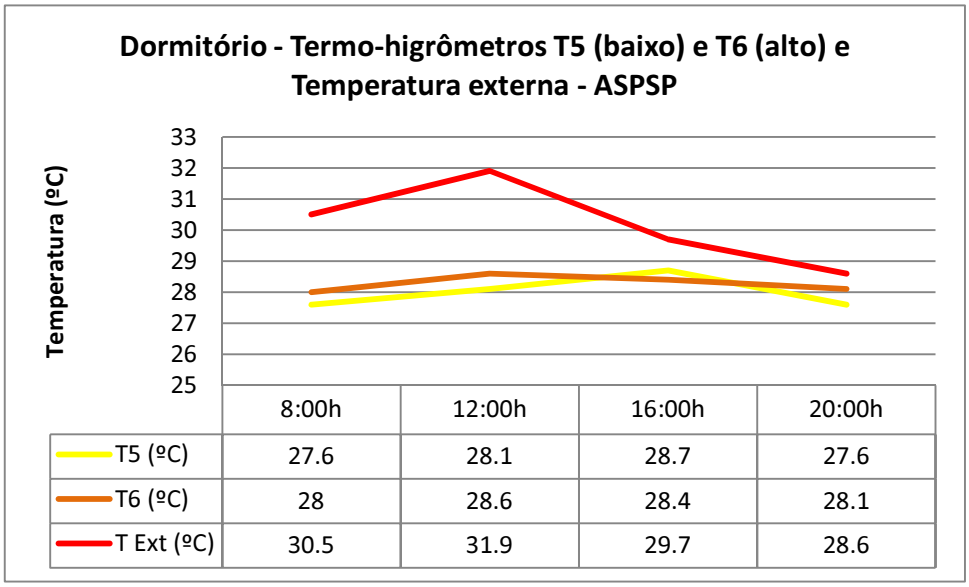
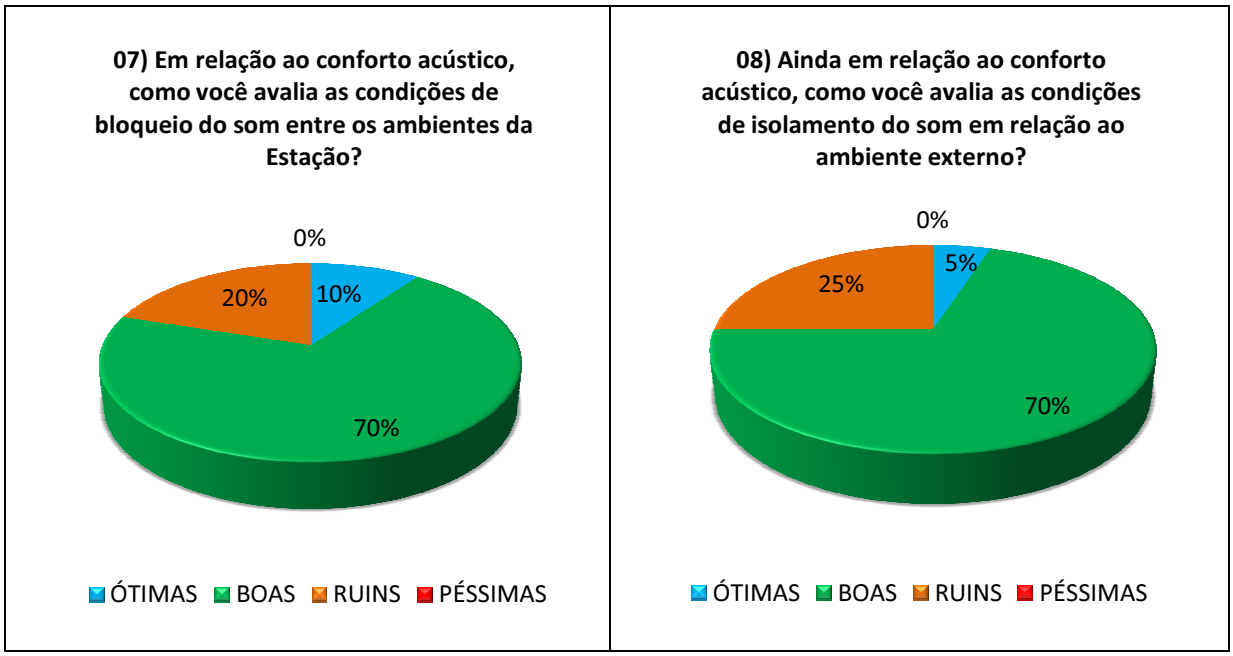


Gráfico 41: Variação da temperatura interna medidas pelos relógios termo-higrômetros T5 e T6; e variação da temperatura externa.

Em relação ao conforto acústico do usuário, os pesquisadores foram consultados a respeito das condições de transmissão da Estação aos ruídos externos e internos. Dos respondentes, 80% consideram como ótimas ou boas as condições de isolamento dos sons entre os cômodos da Estação e 75% consideram ótimas ou boas as condições de isolamento em relação aos sons externos (Gráfico 42).



(a) **(b)**

Gráfico 42: Avaliação dos pesquisadores em relação à transmissão de ruídos entre os ambientes internos da Estação e o isolamento da edificação ao ruído externo.

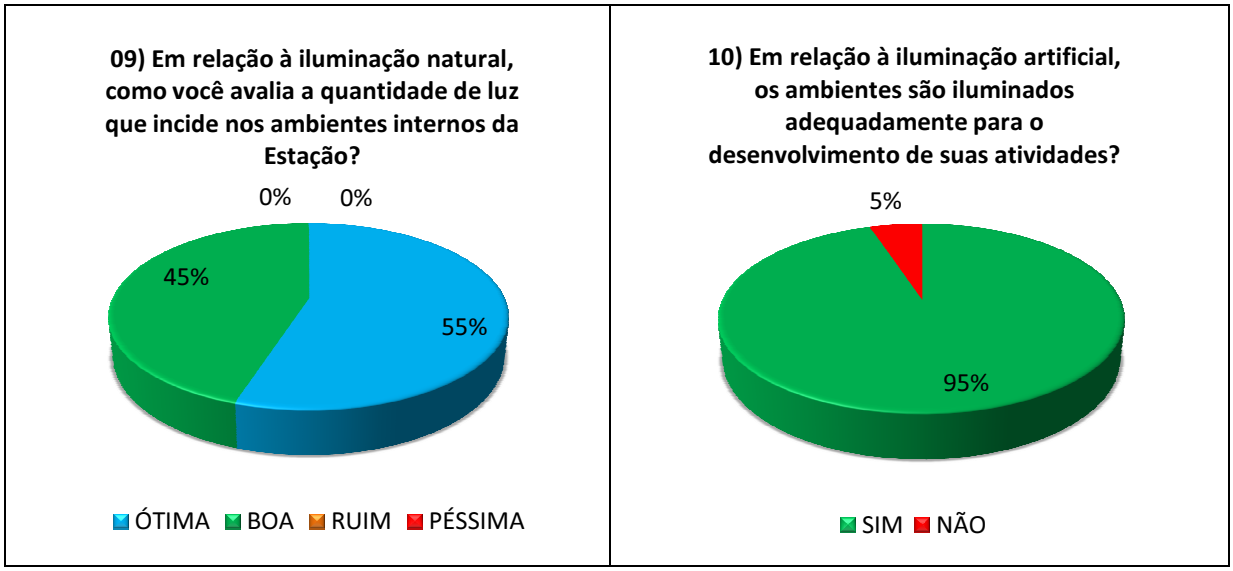
Para avaliação técnica dos aspectos relacionados ao conforto acústico, foram feitas medições do nível de pressão sonora no entorno imediato da Estação Científica e também medições internas nos ambientes laboratório, sala/cozinha e dormitório. As medições externas foram realizadas em 8 (oito) pontos, durante 8 (oito) dias, nos períodos diurno e noturno. A média de cada ponto externo foi determinada e posteriormente uma média geral de todos os pontos alcançando-se o valor de 63.1 dB, configurando-se assim esse valor como ruído de fundo da Estação.

A média das medições no laboratório, com porta e janela fechada, foi de 54.4 dB; na sala/cozinha, foi de 51.1 dB; e no dormitório, de 46.6 dB, ambos com portas e janelas fechadas. Conclui-se, portanto, que a envoltória de madeira da edificação está reduzindo a transmissão dos ruídos para o laboratório em 8.7 dB; para a sala em 12.0 dB; e para o dormitório em 16.5 dB. Também foi realizada uma medição específica na sala/cozinha, quando um aparelho sonoro estava ligado, registrando-se o valor de 77.00 dB. Ainda com o

aparelho sonoro ligado, no dormitório com a janela e a porta fechadas, foi medido o valor de 55.10 dB, ou seja, a envoltória de madeira entre sala e dormitório bloqueou 21.9 dB.

Os valores medidos do nível de pressão sonora nos ambientes da Estação estão um pouco acima do recomendado pela NBR 10.152 (ABNT, 1987), que preconiza 35-45 dB para dormitórios; 40-50 dB, para sala de estar; e, 40-50 dB para laboratórios.

Os pesquisadores foram questionados a respeito das condições de iluminação dos ambientes, sendo que em relação à iluminação natural, 55% responderam ser ótima e 45% boa a quantidade de luz que incide nos ambientes da Estação. Em relação à iluminação artificial, 95% avaliaram que os ambientes estão iluminados adequadamente para a realização de suas atividades (Gráfico 43).



(a) **(b)**

Gráfico 43: Resposta dos pesquisadores sobre as condições de iluminação da Estação Científica do ASPSP..

Foram realizadas medições de iluminância em três ambientes da Estação Científica - dormitório, laboratório e sala/cozinha -, e calculados os valores de CLD para cada um deles. As medições foram realizadas segundo uma malha de pontos determinada conforme NBR 15.215 - 4 (ABNT, 2004), em dia ensolarado, com céu claro.

Para o laboratório, foi determinada uma malha de 16 pontos e encontrou-se CLD de 8.63 %. Para o dormitório, também foram determinados 16 pontos, encontrando-se um valor de CLD de 6.44 %. Essas medições foram realizadas às 12:45 h. Para o ambiente sala de estar/cozinha, foi determinada uma malha de 18 pontos, encontrando-se um CLD de 9.21%, às 12:30 h. Esses valores estão bem acima do mínimo necessário assinalado como satisfatório,

considerando também que as medições foram realizadas em dia próximo ao solstício de inverno (20/06/2010).

Em relação à permeabilidade da Estação à água, foi observado que, durante o tempo de permanência na ilha e segundo informações de relatórios técnicos de manutenção, em alguns meses do ano, quando o mar está mais agitado, juntamente com fortes ventos, pelo embate das ondas no quadrante Sudeste-Sul, ocorre infiltração de água do mar através das frestas das venezianas das janelas do dormitório e em menor quantidade também pela janela da sala. Segundo informações do Comitê Logístico de Manutenção, essas janelas serão substituídas visando sanar o problema.

No que concerne à permeabilidade da Estação à ventilação, 90% dos pesquisadores avaliam como inexistentes correntes de ar indesejáveis pela edificação (Gráfico 44).

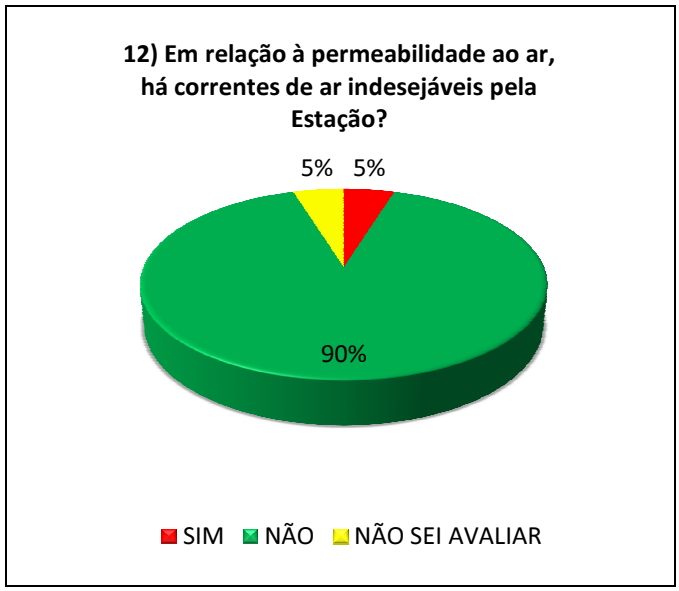


Gráfico 44: Avaliação dos pesquisadores do ASPSP sobre as condições de permeabilidade da Estação Científica a correntes de ar.

Em relação a aspectos relacionados ao conforto antropodinâmico, 65% dos pesquisadores consideram agradável a sensação ao toque na madeira, enquanto que 35% se dizem indiferentes a essa questão (Gráfico 45).

Gráfico 45: Opinião dos pesquisadores do ASPSP a respeito de aspectos táteis da madeira.

Em relação às atividades de limpeza da Estação, há uma divisão de opiniões com 55% dos respondentes afirmando que a madeira não facilita a realização dessas atividades (Gráficos 46).

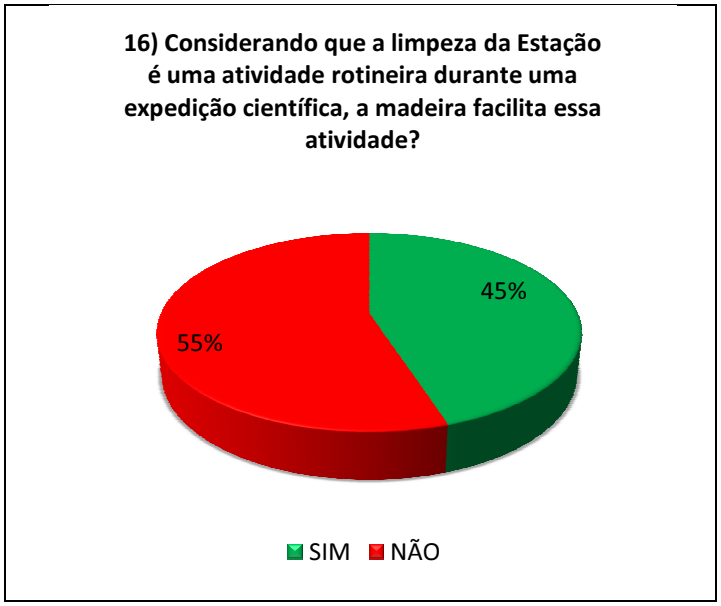


Gráfico 46: Opinião dos pesquisadores a respeito do comportamento do material madeira em relação à limpeza.

A Tabela 4 apresenta uma síntese dos requisitos da avaliação técnica realizada com os valores atribuídos, representativos da avaliação qualitativa e com os respectivos pesos, de acordo com a pertinência do item para os objetivos desta pesquisa.

Tabela 4: Ficha de Avaliação técnica.

continua

Casos considerados:			PIC Completo Sancho			PIC Completo Sueste			Primeira Estação Atol			Segunda Estação Atol			Segunda Estação ASPSP		
Requisitos de desempenho		**Indicadores de desempenho**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**
Segurança	Segurança estrutural	Estabilidade e resistência mecânica	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**
	Segurança ao fogo	Limitações do risco de início e propagação de incêndio	2	2	**4**	3	2	**6**	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**
	Segurança na utilização	Segurança do usuário e segurança à intrusões	4	1	**4**	4	1	**4**	4	1	**4**	4	1	**4**	4	1	**4**
Habitabilidade	Estanqueidade	Estanqueidade à ventilação, à umidade e a sólidos	2	1	**2**	3	1	**3**	4	1	**4**	2	1	**2**	3	1	**3**
	Conforto higrotérmico	Temperatura e umidade do ar	4	2	**8**	4	2	**8**	4	2	**8**	5	2	**10**	4	2	**8**
	Qualidade do ar interno	Odores e pureza do ar	4	2	**8**	4	2	**8**	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**
	Conforto visual	Claridade e insolação	4	1	**4**	5	1	**5**	4	1	**4**	3	1	**3**	5	1	**5**
	Conforto acústico	Nível de ruído	4	2	**8**	3	2	**6**	2	2	**4**	3	2	**6**	3	2	**6**
	Conforto tátil	Eletricidade estática, rugosidade e umidade	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**
	Conforto antropodinâmico	Acelerações, vibrações e esforços de manobra	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**
	Higiene	Abastecimento de água, eliminação de matérias usadas	2	1	**2**	4	1	**4**	2	1	**2**	2	1	**2**	5	1	**5**
	Adaptação à utilização e acessibilidade	Funcionalidade dos espaços	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**	5	1	**5**

conclusão

Casos considerados:			PIC Completo Sancho			PIC Completo Sueste			Primeira Estação Atol			Segunda Estação Atol			Segunda Estação ASPSP		
Requisito de desempenho		**Indicador de desempenho**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**	**Avaliação**	**Peso**	**Total**
Durabilidade e Manutenibilidade	Durabilidade	Facilidades de construção e manutenção. Conservação e desempenho ao longo do tempo, conservação da vida útil de projeto, quando submetido a intervenções periódicas de manutenção e conservação adequadas.	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**	5	2	**10**

*Critérios de Avaliação: 1 – Péssimo/ Inaceitável; 2 – Ruim/ Inadequado; 3 – Razoável/ Aceitável; 4 – Bom; 5 – Excelente.

Fonte: adaptado a partir da ISO 6241 (1984), JOHN (1988), SOUZA (1988) apud PAOLIELLO (2005).

4.4 SÍNTESE DAS AVALIAÇÕES

As avaliações das edificações segundo o roteiro proposto pela Tabela 04 foram feitas por observação direta do estado geral das construções, levando-se em consideração as informações relatadas pelos usuários e gestores na resposta aos questionários e entrevistas e as medições complementares de conforto ambiental, apresentadas neste capítulo.

Destaca-se que o objetivo desta pesquisa é avaliar a adequação de sistemas construtivos em madeira para as situações apresentadas, não tendo a pretensão de apresentar resultados conclusivos sobre os diversos aspectos abordados. Assim, ressalta-se que alguns critérios necessitam de avaliações mais aprofundadas como, por exemplo, o caso da determinação da Vida Útil de Projeto – VUP (ABNT, 2010), que necessita de ensaios laboratoriais para se avaliar com mais propriedade a durabilidade das edificações e de seus elementos componentes. Também os aspectos relacionados à qualidade do ar interno para avaliação da pureza do ar, que deve seguir os preceitos estabelecidos pelas normalizações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Essa mesma Agência propõe normas e procedimentos para a avaliação dos efluentes para averiguação das condições de higiene e do sistema de esgoto, o que não seria possível realizar neste recorte da pesquisa.

Assim, a Tabela 04 procura identificar, além dos itens que estão em estado geral satisfatório, aqueles que precisam ser aprimorados, configurando-se como possíveis desdobramentos desta pesquisa. Na atribuição dos pesos, procurou-se assinalar quais os itens mais relevantes aos objetivos deste trabalho.

4.4.1 PIC Completo da Baía do Sancho

Dos itens avaliados, destaca-se nesta edificação a falta de segurança ao fogo, uma vez que não foi observada a presença de extintores para o controle do foco inicial de incêndio e também o fato de estar muito próxima à vegetação do entorno, condição que facilitaria a disseminação das chamas para o ambiente do Parque. Também foram identificados problemas de infiltração de água nos locais de permanência do usuário bem como as condições de higiene, bastante precárias, principalmente relacionadas às instalações sanitárias, razão pela qual esses itens receberam as menores notas na avaliação.

4.4.2 PIC Completo da Praia do Sueste

Semelhante ao PIC Completo do Sancho, esta edificação também está próxima à vegetação do entorno, o que facilitaria a propagação do fogo para o ambiente do Parque, contudo foi observada a presença de um extintor de incêndio para o controle do foco inicial. Também foram constatados problemas de infiltração pelo telhado, que pode afetar as instalações elétricas, segundo informações do locatário.

4.4.3 Primeira Estação Científica do Atol das Rocas

Os requisitos que obtiveram pontuação menor são concernentes às deficiências de isolamento acústico entre os cômodos da Estação, dificultado pela existência de uma porta unindo os dois ambientes; bem como a inexistência de instalações hidrossanitárias, que especificamente para o caso do Atol das Rocas, não foi considerado um desqualificador da edificação pelo usuário, por ocasião do planejamento da edificação, conforme relatado no Capítulo 02, página 50.

4.4.4 Segunda Estação Científica do Atol das Rocas

Os principais problemas constatados referem-se à infiltração de água da chuva pelas frestas das peças de vedação das paredes; iluminação natural abaixo dos níveis recomendados pela normalização e inexistência de instalações hidrossanitárias, pelos mesmos motivos expostos para a Primeira Estação. A questão da infiltração é de simples resolução, uma vez que o sistema construtivo adotado exige ajustes após a montagem. A iluminação natural abaixo do recomendado para o meio urbano, entretanto, pode ser considerada como um aspecto satisfatório, levando-se em conta as características inóspitas do Atol das Rocas e a grande luminosidade do ambiente externo.

4.4.5 Segunda Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo

Dentre as edificações analisadas, a ECASPSP apresentou os resultados mais satisfatórios, chamando-se a atenção apenas para a questão do conforto acústico, cuja avaliação preliminar demonstrou valores de isolamento abaixo do recomendado como satisfatório pela normalização, razão por que este item recebeu a menor nota.

4.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A realização deste trabalho foi balizada pelos objetivos definidos, cujo principal enfoque foi avaliar a adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas. Para se compreender, contudo, os vários aspectos concernentes à questão principal, foram adotados objetivos específicos de abordagem.

Em um primeiro momento, procurou-se conhecer as características e propriedades da madeira como material construtivo, assunto tratado no segundo capítulo desta dissertação. Posteriormente, avaliar o comportamento dos sistemas construtivos em madeira frente aos condicionantes logísticos, ambientais, de conforto e de segurança em ilhas oceânicas. E, por fim, avaliar as questões projetuais que colaboram para a durabilidade da madeira em ilhas e a aplicabilidade das técnicas e estratégias desenvolvidas para o ambiente insular em contextos semelhantes e no meio urbano.

Por conseguinte, após as avaliações dos casos adotados para esta pesquisa - Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, Atol das Rocas e Arquipélago de São Pedro e São Paulo -, segue a síntese dos resultados, organizados de acordo com os parâmetros de abordagem previamente definidos.

4.5.1 Aspectos logísticos

A madeira pode ser considerada um material construtivo adequado para construções em ilhas oceânicas, segundo os aspectos logísticos, pois permite:

- Pré-fabricação das peças de montagem no continente para posterior montagem no local definitivo, uma vez que montar uma estrutura de produção numa ilha é um processo complexo, considerando todas as necessidades envolvidas como obtenção de energia, instalação de maquinários e permanência de pessoal. Além disso, a possibilidade da pré-fabricação no continente reduz o tempo de montagem nas ilhas oceânicas, reduzindo também os custos com pessoal e permanência dos meios de transporte no local (navios), além de reduzir a geração de resíduos que, obrigatoriamente, devem ser retirados do local;
- Pré-montagem de teste e posterior desmonte ainda no continente, sem a danificação dos elementos construtivos, desde que as peças sejam detalhadas e confeccionadas em um sistema construtivo adequado para isso. Essa etapa é de grande importância no

processo de construção, pois permite antever possíveis problemas, treinar a equipe que realizará a montagem definitiva na ilha, ajustar o cronograma de obra, planejar o canteiro, além de permitir reparos e ajustes no *kit* de montagem e na listagem de equipamentos e ferramentas, se necessário. Tais medidas são necessárias considerando o isolamento e a distância das ilhas oceânicas do continente e dos centros fornecedores de materiais construtivos e de equipamentos. A falta de um determinado material pode comprometer toda uma expedição e levar a medidas de improviso, nem sempre satisfatórias, como ocorrido por ocasião da montagem da Segunda Estação Científica do Atol das Rocas, em que a falta da pré-montagem no continente atrasou o cronograma da obra em 20 % do tempo previsto, com ações de retrabalho em adaptações de peças de madeira e falta de equipamentos apropriados;

- Facilidade de transporte em condições restritivas, que no caso das ilhas oceânicas, em última instância, pode ser um bote com motor de popa e força humana em terra. Nesse caso, as peças de madeira, projetadas com dimensões adequadas à pior situação (3 m), permitem a execução da tarefa com apenas duas ou três pessoas a bordo. O fato que colabora para isso é a alta relação resistência/densidade da madeira, se comparada a outros materiais construtivos, o que favorece o transporte e o dimensionamento das peças;
- Facilidade de montagem no local definitivo, apresentando-se em procedimentos relativamente simples, desde que o projeto seja bem detalhado e as peças devidamente marcadas no *kit*, necessitando de mão-de-obra apenas treinada com o auxílio de técnicos. Contudo, quanto maior a necessidade de ajustes *in loco*, e ações de retrabalho, mais necessária se torna a presença de profissionais qualificados. Assim, o acompanhamento da produção do *kit* por um profissional que irá acompanhar a montagem definitiva no local e a pré-montagem são estratégias salutares para o sucesso do empreendimento, no sentido de reduzir a quantidade de ajustes futuros;
- Facilidade para eventual relocação ou retirada total, por exemplo, no caso de necessidade de mudança do sítio de implantação, como o ocorrido no Atol das Rocas. A madeira permite o desmonte de suas peças e a remontagem em outro local com o mínimo de avarias na estrutura, desde que o sistema construtivo seja planejado para isso, conforme já observado;
- Durabilidade e facilidade de manutenção. Salienta-se que, protegidas das intempéries e com a devida manutenção, as peças de madeira apresentam grande durabilidade, o

que é uma característica desejável, considerando-se os custos elevados com construções e expedições de reparos em ilhas oceânicas. Sobre essa questão, especificamente, destacam-se as construções do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, que são submetidas a um padrão sistematizado de manutenções periódicas, bem como o caso dos PICs do PARNAMAR de Fernando de Noronha que, apesar da falta de manutenção, diferentemente do ASPSP, demonstraram grande durabilidade, sendo a conservação das peças de madeira garantida somente pela especificação adequada de espécies e por soluções técnicas desenvolvidas durante a etapa de projeto.

Questão importante a ser considerada nos aspectos logísticos é a diferença de oferta no mercado de construção de mão de obra experiente em projetos de madeira, comparando-se, por exemplo, com os profissionais que trabalham comumente com alvenaria convencional. Tal fato se configura como um dificultador do processo, principalmente quando se considera a possibilidade da utilização de mão de obra local, nem sempre disponível - no caso específico de ilhas que possuem população nativa - como um estímulo ao desenvolvimento econômico local, pilar da sustentabilidade.

Outro aspecto negativo é que a madeira não permite a flexibilidade de reparos comparando-se, por exemplo, com o concreto - que possui a característica de ser moldável - e que uma vez recortada ou perfurada, o estado final torna-se definitivo, levando-se muitas vezes à necessidade de substituição da peça inteira em situações de intervenções equivocadas.

Durante a fase de pré-montagem, por exemplo, atenção especial deve ser dada aos furos que forem feitos para o encaixe das peças e parafusamento temporário. Anteriormente ao desmonte, as peças precisam ser marcadas, senão torna-se laboriosa a identificação das mesmas peças durante a montagem definitiva. Caso contrário, novos furos precisarão ser feitos, além do tamponamento dos anteriores, situação bastante insatisfatória, não só em termos estéticos, mas por criar locais de possível infiltração de umidade.

Outrossim, durante a vida útil da edificação, as partes móveis – como por exemplo, as esquadrias – eventualmente sofrem desgaste havendo a necessidade de substituição de suas folhas e novo parafusamento nos marcos. Se tal procedimento ocorrer repetidas vezes, o furo inicial, com as sucessivas intervenções, pode perder o rosqueamento, levando até mesmo a inviabilizar a instalação da esquadria sem a substituição dos marcos.

Já em relação à secagem da madeira, no processo de aquisição e conferência do material, é difícil encontrar em um mesmo lote todas as peças de madeira com a umidade em torno do percentual recomendado (12% a 15%), além de não se dispor no mercado de muitas empresas que possuem os processos industriais de secagem em estufa, o que colabora para aumentar os custos com frete dependendo da distância dos locais fornecedores.

4.5.2 Aspectos ambientais

No que concerne aos aspectos ambientais, a madeira pode ser considerada um material construtivo adequado, uma vez que:

- Caracteriza-se como de fonte renovável e reutilizável, com baixa energia incorporada em seu processo de produção e beneficiamento quando comparada a outros materiais de uso convencional;
- Possui capacidade de atuar como incorporadora de CO_2;
- Seus resíduos, se em contato com o ambiente, não poluem por serem naturais, ressalva feita apenas quando tratada com métodos preservativos, que devem optar por produtos de menor impacto ao ambiente, não tornando esses resíduos perigosos;
- As edificações em madeira estabelecem uma relação harmônica com a paisagem, inserindo-se no ambiente sem causar grandes contrastes. Ressalta-se, entretanto, que em parques e em locais de risco nas ilhas, um pequeno contraste, como o produzido por elementos sinalizadores da paisagem, na forma de placas educativas ou de alerta de perigo eminente e guarda-corpos, é fundamental para a segurança do usuário e para o seu correto procedimento no local, como observado em Fernando de Noronha. Nesse aspecto, a marcação do elemento na paisagem precisa ser contrastante, evitando-se ações de mimetismo entre um objeto artificial e o seu entorno natural imediato, como destaca Alvarez (2001b).

É importante destacar que se adota por princípio de que o fato de uma construção estar no ambiente, já pressupõe uma ação impactante, principalmente em termos ambientais. Entretanto, o que se busca no ideário da arquitetura sustentável é o mínimo impacto e a possibilidade de que no futuro, havendo a necessidade de retirada da construção do local, isso não cause grandes danos ao ambiente, tanto ao local em si como na destinação final dos resíduos de demolição.

Ainda em relação aos impactos ambientais, ressalta-se que deve ser criteriosa a escolha dos fornecedores do material, devendo-se admitir na confecção das peças somente madeira de origem legal e, preferencialmente certificada, provenientes de manejo florestal. Conforme comentado no Capítulo 02, isso não se constitui em tarefa fácil uma vez que grande parte da madeira comercializada no país ainda provém de fontes ilegais (IPT, 2009).

Outro aspecto a ser considerado é o estímulo à especificação de espécies de madeira alternativas ainda pouco conhecidas pelo mercado tradicional, apresentadas como opções vantajosas à construção. Tal medida auxilia no combate ao desperdício – considerando que muitas espécies são desprezadas por não serem conhecidos os seus usos – bem como evita a extinção das espécies tradicionais, utilizadas ainda em grande escala.

4.5.3 Segurança

As edificações em madeira proporcionam segurança ao usuário em termos estruturais e em relação ao risco de incêndio, desde que tomadas algumas precauções, conforme a seguir detalhado:

- Em termos estruturais, o projeto de edificações de madeira conta com os padrões normalizadores recomendados pela NBR 7190 (ABNT, 1997), que orientam o projetista sobre os procedimentos necessários para se garantir segurança estrutural ao usuário das edificações. Em se tratando de ilhas oceânicas e suas peculiaridades ambientais, salienta-se que também devem ser levados em consideração os esforços provenientes dos fortes ventos e o eventual embate das ondas, sendo a obtenção da segurança definido pela união entre desenho arquitetônico e especificação adequada dos materiais;
- A necessidade de utilização de combustíveis para o funcionamento de equipamentos e botes com motor de popa chama a atenção para o local de armazenamento desses materiais, que deve permanecer afastado dos locais de maior circulação e permanência de usuários, como observado no ASPSP e no Atol das Rocas;
- A proximidade das edificações com a vegetação do entorno também deve ser levada em consideração, uma vez que um maior afastamento pode evitar a propagação de um incêndio que tenha começado dentro de uma construção;
- Em relação ao risco de incêndio, as maiores preocupações são em proporcionar ao usuário capacidade de conter o foco de incêndio em seu início evitando a propagação

das chamas ou, em último caso, de fuga rápida e segura da edificação. As edificações analisadas, por seu porte e posicionamento das aberturas, garantem rápido abandono do local, além de possuírem extintores para o combate das chamas. No caso do ASPSP, o usuário recebe, ainda, um treinamento específico de combate a incêndio, oferecido pelo PROARQUIPÉLAGO.

Como discutido no início deste trabalho, apesar de ainda existirem preconceitos em relação ao uso da madeira como material construtivo no aspecto relacionado à segurança, não foi esse o posicionamento identificado nas respostas aos questionários e entrevistas por considerável parte dos usuários. Admite-se como hipótese para as respostas dadas que, quando o fator segurança é entendido como associado à fragilidade para a invasão, não há motivação para a sensação de insegurança em locais como as ilhas oceânicas.

4.5.4 Conforto ambiental

Em relação aos aspectos do conforto ambiental, observou-se que:

- Em relação ao conforto térmico, as edificações mantiveram sua temperatura interna praticamente constante e inferior à temperatura externa na sombra, aspecto bastante satisfatório quando considerado o ambiente agressivo das ilhas. Além das propriedades térmicas observadas do material construtivo madeira, as estratégias projetuais empregadas para garantir ao usuário condições confortáveis - como, por exemplo, a ventilação cruzada, o ático ventilado, aberturas superiores de ventilação e amplos beirais -, cooperam para amenizar a temperatura interna, o que foi confirmado pelos usuários e pela inspeção técnica;
- No que concerne aos aspectos relativos ao conforto lumínico, os resultados foram bastante satisfatórios, com exceção da Segunda Estação Científica do Atol das Rocas, que apresentou valores de iluminância abaixo do padrão considerado confortável para o usuário. No caso específico de Rocas, entretanto, a existência de ambientes com luminosidade reduzida, mais propícios ao repouso, pode ser considerada uma vantagem, levando-se em consideração alguns aspectos peculiares do local, tais como a alta luminosidade do ambiente, a sensação de ofuscamento produzida pela reflexão da luz solar pelo calcário moído que compõem as areias brancas da praia, a inexistência de áreas naturais de sombreamento (refúgios à insolação solar direta), além do fato de as principais atividades de pesquisa serem desenvolvidas nas áreas

externas ou semi-internas (varandas). Destaca-se, ainda, que os aspectos relativos à iluminação das edificações não se referem diretamente à madeira, mas a características inerentes ao projeto arquitetônico;

- Em termos de conforto acústico, as edificações não demonstraram adequado isolamento do ruído externo, contudo isso não foi considerado como desqualificador das edificações pelos usuários. A madeira apresenta boa absorção de ondas sonoras, mas a pequena espessura das paredes observada nos projetos avaliados não é suficiente para proporcionar o isolamento adequado do som. Outras estratégias adicionais teriam que ser utilizadas para se alcançar o condicionamento acústico satisfatório dos ambientes de acordo com os padrões adotados como parâmetro de avaliação. Destaca-se, ainda, que a maior parte dos ruídos são provenientes do ambiente sonoro natural externo - tais como o som das ondas e o ruído de aves – não sendo identificados como elementos causadores de desconforto, mesmo que em algumas situações o nível de pressão sonora seja superior ao considerado para a obtenção de conforto. No entanto, a falta de isolamento dos sons no interior da edificação – como os oriundos do sanitário, por exemplo – podem ser elementos causadores de desconforto e falta de privacidade, mesmo que os valores medidos do nível de pressão sonora não sejam significativos;

As medições de conforto ambiental, entretanto, não podem ser consideradas definitivas para a elaboração das conclusões deste trabalho, visto terem sido realizadas de forma simplificada visando a obtenção de uma amostragem representativa, considerando-se os resultados somente como auxiliares da avaliação.

4.5.5 Planejamento e projeto

Em relação à pesquisa realizada com usuários e gestores, o que se percebeu foi um posicionamento de aprovação da utilização de sistemas construtivos em madeira para o projeto de edificações em ilhas oceânicas. Em linhas gerais, o material foi aprovado como de baixo impacto e harmônico com a paisagem natural, agradável ao tato e em termos estéticos, satisfatório. A relação custo x benefício, embora não tenha sido possível obter dados numéricos, foi considerada como adequada pelos entrevistados.

Em relação aos aspectos concernentes ao projeto de arquitetura, destaca-se que:

- As ações devem ser direcionadas para o correto detalhamento das estruturas de madeira, para a solução dos encaixes das peças e, especialmente, para a proteção da umidade direta proveniente da chuva e névoa salina ou da umidade ascendente do solo. O detalhamento de todas as peças e as estratégias de proteção da umidade mostraram-se bastante adequadas no Atol das Rocas e no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. No Atol, notou-se que os problemas de infiltração existentes ocorreram pela retração natural das peças produzindo fendas e aberturas, por ter sido utilizada madeira "verde" na produção do *kit* da Segunda Estação (ainda sem os procedimentos de ajustes necessários no primeiro ano da edificação) ou por deterioração de telhas da cobertura expondo o material à ação direta das chuvas, no caso da Primeira Estação. No ASPSP, a infiltração de água na edificação ocorreu devido à ação do embate das ondas nas esquadrias ou existência de goteiras no telhado por problemas resultantes do parafusamento das telhas e não propriamente por equívocos de projeto;
- A importância do projeto na proteção da madeira se tornou bastante evidente nos casos avaliados, com destaque para Fernando de Noronha. Neste caso, por exemplo, as peças que ficaram protegidas da umidade ascendente por um detalhe de levantamento do piso ou por coberturas, conservaram-se em bom estado, apesar do ataque constante da névoa salina e ausência de manutenção;
- Como em ilhas oceânicas, um grande problema é a névoa salina, deve-se dar especial atenção aos elementos metálicos, utilizando preferencialmente ligas mais resistentes e até mesmo aço inoxidável e, quando possível, proteger os elementos metálicos do contato direto com a umidade. A própria madeira pode ser utilizada como estratégia auxiliar de proteção dos metais, quando não for possível resolver a conexão entre peças de madeira apenas com encaixes ou for inviável economicamente a utilização de aço inoxidável, devendo essa questão ser resolvida em fase de projeto.

Avaliando-se as contribuições do planejamento para as diversas etapas de construção em ilhas em relação ao comumente realizado em cidades continentais, observa-se que, em alguns aspectos, o planejamento diferenciado para construções insulares poderia contribuir para otimizar os processos urbanos tradicionais de construção, uma vez que:

- As dificuldades com que se depara o projetista quando o local de implantação de uma obra é uma ilha oceânica, instiga-o a desenvolver soluções e a elaborar um planejamento de ações considerando as condições ambientais diferenciadas, como a

distância longínqua dos locais de fornecimento de matérias-primas e serviços, os custos com transporte, o pouco tempo disponível de permanência no local da obra, os fluxos de deslocamento de materiais e pessoal, o treinamento da equipe de construção, a segurança do trabalhador distante dos centros médicos urbanos, entre outros aspectos;

- Todos os itens de planejamento para as construções insulares também são – ou deveriam ser - considerados nas obras urbanas, contudo, a proximidade e as facilidades encontradas nas cidades, muitas vezes, levam a planejamentos não tão rigorosos e as consequências desse fato se consubstanciam em atrasos das obras e consequentemente perdas financeiras, com desperdício de tempo ou de materiais ou ainda ações de retrabalho. Também é perceptível o aumento do desperdício nos meios urbanos quando comparado à construção em ilhas oceânicas. Assim, o planejamento rigoroso de uma obra em uma ilha oceânica, se empregado também em obras urbanas, nas cidades continentais, poderia trazer muitos benefícios já comprovados nas ilhas.

As ilhas costeiras e as regiões próximas a orlas marítimas possuem condicionantes semelhantes, em alguns aspectos, por se tratarem de locais com características ambientais parecidas, sujeitos a ação do vento, umidade e névoa salina. O grande diferencial, contudo, entre ilhas costeiras e oceânicas é a distância do continente e, por conseguinte das fontes de matérias primas e equipamentos, o que torna as atividades de construção e de manutenção mais dispendiosas em ilhas mais longínquas da costa. Acrescenta-se a isso, o embate das ondas, a dificuldade de acesso e as condições diferenciadas de maré.

Assim, após a realização desta pesquisa e análise dos resultados em cada caso considerado, conclui-se que sistemas construtivos em madeira podem ser considerados adequados para a produção de edificações em ilhas oceânicas, principalmente nos aspectos relativos à logística, ao ambiente, à segurança, ao conforto do usuário e à durabilidade, desde que adotadas as medidas adequadas nas etapas de planejamento, projeto, uso/operação e manutenção da edificação.

5. Conclusões

5. CONCLUSÕES

Ulteriormente à apresentação e discussão dos resultados, fazem-se necessários alguns apontamentos, principalmente relacionados a questões abordadas no desenvolvimento deste trabalho de forma pouco aprofundada, que não contaram com medições efetivas, por não se constituírem objetivos específicos desta pesquisa, configurando-se como possíveis desdobramentos, como é o caso da instalação de equipamentos em ilhas para a produção de elementos construtivos, os aspectos econômicos das atividades logísticas, a questão da produção de resíduos sólidos e as avaliações aprofundadas no campo do conforto ambiental.

Quando a questão fundamental é construir em um local distante, uma das primeiras indagações refere-se à possibilidade de construção a partir da matéria prima disponível no local ou de sistemas mistos que considerem parte do material de origem local e parte pré-fabricada. No entanto, a fabricação de elementos construtivos nas ilhas oceânicas – como tijolos ou mesmo aproveitamento da madeira nativa local - suscitaria a instalação de uma infra-estrutura de produção que causaria maior gasto de energia - em locais de difícil geração energética -, maior área útil para a instalação de máquinas e equipamentos no canteiro de obras e maior tempo de permanência de pessoal e dos meios de transporte (navio e eventualmente helicóptero) no local, o que poderia ocasionar um maior impacto antrópico no ambiente.

Segundo a experiência registrada nos relatórios técnicos de produção de construções em ilhas, conta-se também com pouco tempo disponível para as expedições, devido ao custo de permanência de embarcações, tripulação e mão-de-obra, o que dificultaria a produção do *kit* de montagem nas ilhas. Esses aspectos são motivos que reforçam a opção por sistemas construtivos pré-fabricados. Alguns materiais locais, contudo, foram utilizados nas edificações avaliadas nesta pesquisa como o calcarenito para a produção de concreto para fundações no Atol das Rocas e pedras para os bancos localizados ao longo das trilhas no PARNAMAR de Fernando de Noronha, devido a grande disponibilidade desses materiais no local.

Especificamente em relação à produção de resíduos sólidos, não se procedeu a uma medição da produção efetiva de resíduos gerados na preparação de um *kit* de madeira no ambiente da fábrica, no continente; nem tampouco se mediu o quantitativo gerado em ilhas apenas com a

montagem do *kit* para que se pudesse então comparar as duas realidades. Contudo, é desejável que a montagem definitiva no ambiente insular gere o mínimo de acertos e, consequentemente, o mínimo de resíduos. Ainda em relação a essa questão, outro aspecto da produção de resíduos a ser considerado é o fator econômico que envolve a embalagem, acondicionamento, armazenamento temporário e transporte desses resíduos das ilhas para o continente, além do tempo gasto com essas atividades em um contexto de cronograma restrito, o que também reforça a idéia da adoção de sistemas pré-fabricados para construções insulares.

Além dos já mencionados, outros aspectos econômicos estão relacionados principalmente ao transporte de mão-de-obra e materiais para regiões longínquas e todo o custo de operação das embarcações, além dos custos das manutenções. Apesar de se ter a informação geral de que os custos são elevados, não foi possível mensurar tais valores por serem de difícil obtenção e por essa questão não fazer parte do recorte dos objetivos deste trabalho.

A avaliação do conforto ambiental constou de medições superficiais cujos resultados foram considerados como complementares aos demais dados obtidos, considerando os objetivos estabelecidos para o desenvolvimento desta pesquisa. Tais resultados estão também relacionados às espécies de madeira empregadas nos casos avaliados. Como desdobramentos deste aspecto, as investigações de conforto poderiam se aprofundar com o desenvolvimento de estudos de simulação com *softwares* específicos para cada área do conforto ambiental e testes posteriores com medição *in loco* por períodos maiores de tempo e, se possível, em épocas diferentes do ano (verão/inverno), comparando-se assim os valores estimados e os efetivamente medidos.

Assim, novos questionamentos se apresentam no limiar deste trabalho de pesquisa, sugerindo novas linhas de investigação científica que muito poderiam colaborar para a elucidação de questões que tratam do emprego de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas e ambientes afins.

6. Referências

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. de. Ilhas oceânicas brasileiras e suas relações com a tectônica atlântica. ***Terrae didática***, 2 (1): 3-18, 2006. Disponível em www.ige.unicamp.br/terraedidatica. Acesso em junho de 2009.

_____. Arquipélago de Fernando de Noronha - Registro de monte vulcânico do Atlântico Sul. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. (Edits.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002, v.01: 361-368. Disponível em: http://www.unb.br/ig/sigep/sitio066/sitio066.pdf. Acesso em 09 junho 2009.

ALVARENGA, A. **Habitação em estrutura de aço leve e componentes reciclados: um ensaio projetual**. Dissertação de Mestrado. Orientador: Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2002.

ALVAREZ, C. E. de; MARVILA, F. C.; ROCHA, N. S. **Plano de Monitoramento Ambiental para o Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Trabalho Técnico. Cristina Engel de Alvarez (coord.). Vitória: Laboratório de Planejamento e Projetos/Ufes, 2010.

ALVAREZ, C. E. de; GUMZ, E. M. P; CASAGRANDE, B.; WOELFFEL, A. B.; CRUZ, D. O.; MELO, J. E. de. **O processo construtivo da nova Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. In: XI Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira. Anais do EBRAMEM 2008. Londrina, 2008

ALVAREZ, C. E. de; CASAGRANDE, B. Resultado da avaliação ambiental de eficiência da técnica construtiva e do planejamento logístico no desmonte do Refúgio Padre Balduino Rambo. In: XVI Reunión Anual de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos, 2005, Lima. **Documento de Información**. Lima: Inanpe, 2005. p. 1-15.

ALVAREZ, C. E. de. Metodologia de construção para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental: aplicabilidade na Antártica e nas Ilhas Oceânicas Brasileiras. In: I Conferência Latino Americana de Construção Sustentável e 10º Encontro Nacional de Tecnologias no Ambiente Construído, 2004, São Paulo. **Anais** do CLACS'04 ENTAC'04. São Paulo: ANTAC, 2004. P.1-15.

ALVAREZ, C. E. de. **Metodologia para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental: aplicabilidade na Antártica e nas ilhas oceânicas brasileiras.** Tese de Doutorado. Orientador: Dr. Ualfrido Del Carlo. Departamento de Tecnologia do Curso "Estruturas Ambientais Urbanas". São Paulo: USP, 2003.

_____. **A Estação Científica da Reserva Biológica do Atol das Rocas**. Curso de Pós-Graduação em "Estruturas Ambientais Urbanas". Trabalho programado II. São Paulo, 2001a. Orientador Dr. Ualfrido Del Carlo.

_____.**Infraestrutura no Parque Nacional Marinho do Arquipélago de Fernando de Noronha**. Curso de Pós-Graduação em "Estruturas Ambientais Urbanas". Trabalho programado IV. São Paulo, 2001b. Orientador Dr. Ualfrido Del Carlo.

_____.**A Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Curso de Pós-Graduação em "Estruturas Ambientais Urbanas". Trabalho programado V. São Paulo, 2001c. Orientador Dr. Ualfrido Del Carlo.

_____.**Avaliação Ambiental da Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Vitória: Ufes, 1998.

ALVAREZ, C. E. de; MELO, J. E.; FONSECA, J. C.; MELLO, R. L. **Trilhas terrestres do PARNAMAR/Fernando de Noronha**. Vitória: Laboratório de Planejamento e projetos/UFES, 1997.

ALVAREZ, C. E. de; VITTORINO, F. Projeto e Execução do Módulo Rebio Rocas (Atol das Rocas) Sob Enfoque do Desempenho Higrotérmico. In: 2 ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 1993, Florianópolis, SC. **Anais do 2 ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**. FLORIANOPOLIS, SC: ANTAC, 1993. v. I. p. 61-67.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.757-1: **Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Parte 1**: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.215-4: **Iluminação natural – Parte 4:** Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151: **Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade** - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: **Projeto de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: **Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.152: **Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

BRASIL. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 03 jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de madeira**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; coord. Antonio Márcio Buainaim e Mário Otávio Batalha. Brasília: IICA: MAPP/SPA, 2007

BROWN, G. Z. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura**/ G.Z. Brown e Mark DeKay; trad. Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. – 2. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2004.

BUSSINGER, V. **O que é Logística?** . Disponível em http://www.e-commerce.org.br/artigos/logistica.php. Acesso em 18 maio de 2009.

CALIL JUNIOR, C.; LAH, F. A. R.; BRAZOLIN, S. Madeiras na Construção Civil. In: ISAIA, Geraldo Cechella (org/ed.). **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** Ed. G. C. Isaia. – São Paulo: IBRACON, 2007. v.1.

CARVALHO, C. V.; MARTHA L. F. Fluxovento – Um simulador gráfico Interativo para o estudo de ventilação em ambientes construídos. In: ENCAC – ELACAC 2005 – VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005. Maceió. Anais do XVII CBA, 2005. In: GUMZ, E. M. P. **Quando o canteiro de obras é uma ilha oceânica: a nova Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Orientadora: Dr. Cristina Engel de Alvarez. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2008.

CRUZEIRO, E de C. **Produção e Construção de casas em Madeira de Reflorestamento: Sistema IF**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: USP, 1998. Orientadora: Drª. Akemi Ino.

DRIVER, B. L. et al. The ROS Planning System: Evoluation, Basic Concepts and Research Neede. 1987. Leisure Sciences, vol. 9. p. 201-212. In: ALVAREZ, C. E. de. **Infraestrutura no Parque Nacional Marinho do Arquipélago de Fernando de Noronha**. Curso de Pós-Graduação em “Estruturas Ambientais Urbanas”. Trabalho programado IV. São Paulo, 2001b. Orientador Dr. Ualfrido Del Carlo.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. – 4. ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

GUMZ, E. M. P. **Quando o canteiro de obras é uma ilha oceânica: a nova Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Orientadora: Dr. Cristina Engel de Alvarez. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso: 31 jul. 2009.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas.** Brasília: MMA, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Buildings and Constructed Assets: Sustainability in Building: Framework for Assessment of Environmental Performance of Buildings: ISO/CD 21931. Switzerland, 2002. In: PAOLIELLO, M. A. **Edificações pré-fabricadas em madeira de plantios florestais: uma discussão sobre Sustentabilidade e desempenho como base para recomendações de projeto.** Dissertação de Mestrado. Orientadora: Drª. Maristela Gomes da Silva. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2005.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Madeira:** uso sustentável na construção civil. Coord. Geraldo José Zenid. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009.

JOHN, V. M. Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edifícios: cálculo do custo global. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., 1988, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ENTAC, 1988. In: PAOLIELLO, M. A. **Edificações pré-fabricadas em madeira de plantios florestais: uma discussão sobre Sustentabilidade e desempenho como base para recomendações de projeto.** Dissertação de Mestrado. Orientadora: Drª. Maristela Gomes da Silva. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2005.

KIKUCHI, R. K. P. Atol das Rocas, Litoral do Nordeste do Brasil. Único Atol do Atlântico Sul Equatorial. In: SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Ed). SIGEP 33 – **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/ CPRM/ SIGEP, 2002.

Laboratório de Planejamento e Projetos (2006). Avaliação da Implantação da Nova ECASPSP. Relatório Técnico. Vitória: LPP/UFES, 2006. In: GUMZ, Edna Mara Pires. **Quando o canteiro de obras é uma ilha oceânica: a nova Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Orientadora: Dr. Cristina Engel de Alvarez. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2008.

Laboratório de Silvicultura – FURB - Universidade Regional de Blumenau. Disponível em http://home.furb.br/lschorn/Projetos.html. Acesso em 30 mar 2009.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. – 6. ed. – 2. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2007.

MATOS, C. M. S. de. **O Arquipélago e o arquiteto**. Um breve estudo do método de avaliação pós-ocupação e sua contribuição à arquitetura. 1999. 154f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 1999.

MELO, J. E.; CAMARGOS, J. A. **A madeira e seus usos**, SFB/LPF: Brasília, 2007 (trabalho restrito).

MELSON, W. G., HART, S. R., THOMPSON, G. ST. Paul's Rocks, Equatorial Atlantic: petrogenesis radiometric ages, and implications on sea floor spreading. Geol. Soc. Amer., Memoir, 132:241-272. In: ALMEIDA, F. F. M. de. Ilhas oceânicas brasileiras e suas relações com a tectônica atlântica. ***Terrae didática***, 2 (1):3-18, 2006. Disponível em www.ige.unicamp.br/terraedidatica. Acesso em junho de 2009.

MILANO, M. S.; RIZZI, N. E.; KANIAK, V. C. Princípios básicos de manejo e administração de áreas silvestres. Instituto de Terras, Cartografia e Florestas – ITCF. Curitiba, 1986. 56 p. In: CRUZEIRO, Eloá de Castro. **Produção e Construção de casas em Madeira de Reflorestamento: Sistema IF**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: USP, 1998. Orientadora: Drª. Akemi Ino.

MILLER, K. Planificacion de Parques Nacionales para el Ecodesarrolo em Latinoamerica. Fundacion para la Ecologia y la Proteccion del Médio Ambiente – FEPMA. Printed and made in Spain, 1980. In: CRUZEIRO, Eloá de Castro. **Produção e Construção de casas em**

Madeira de Reflorestamento: Sistema IF. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: USP, 1998. Orientadora: Drª. Akemi Ino.

MITIDIERI FILHO, C. V. Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação de desempenho estrutural. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. 218f. In: PAOLIELLO, M. A. **Edificações pré-fabricadas em madeira de plantios florestais: uma discussão sobre Sustentabilidade e desempenho como base para recomendações de projeto.** Dissertação de Mestrado. Orientadora: Drª. Maristela Gomes da Silva. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2005.

MITRAUD, S. (coord.). Uso Recreativo no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha; um estudo de caso. Brasília: WWF Brasil, 1999. In: ALVAREZ, C. E. de. **Infraestrutura no Parque Nacional Marinho do Arquipélago de Fernando de Noronha**. Curso de Pós-Graduação em "Estruturas Ambientais Urbanas". Trabalho programado IV. São Paulo, 2001b. Orientador Dr. Ualfrido Del Carlo.

MORAES, J. F. S. de. Caracterização Petrográfica e Química das Rochas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Recife: Ministério de Minas e Energia. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), Superintendência Regional de Recife. Recife, Nov. 1996. 34f. In: ALVAREZ, C. E. de. **A Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Curso de Pós-Graduação em "Estruturas Ambientais Urbanas". Trabalho programado V. São Paulo, 2001b. Orientador Dr. Ualfrido Del Carlo.

PAOLIELLO, M. A. **Edificações pré-fabricadas em madeira de plantios florestais: uma discussão sobre Sustentabilidade e desempenho como base para recomendações de projeto.** Dissertação de Mestrado. Orientadora: Drª. Maristela Gomes da Silva. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2005.

PEEL , M. C., FINLAYSON, B. L., MCMAHON, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.' 11**: 1633-1644. Disponível em: http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf. Acesso em 31 julho 2009.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de Madeira**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2003.

PANSHIN, A. J. De ZEEUW, C. Textbook of wood technology, 4 ed. 1980. New York: Mc Graw-Hill. In: MELO, J. E.; CAMARGOS, J. A.; **A madeira e seus usos**, SFB/LPF: Brasília, 2007 (trabalho restrito).

PERLIN, J. **História das florestas: a importância da madeira no desenvolvimento da civilização**. Trad. Marija Mendes Bezerra. Rio de Janeiro: Imago Ed., 1992.

POTRATZ, R. H. F. **Relatório das Atividades de Manutenção da Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. (Relatório Técnico). Vitória: Laboratório de Planejamento e Projetos/Ufes, 2008.

RIBEIRO, R. Os mistérios do Atol Solitário. Os caminhos da Terra. São Paulo, 1(3): 14-22, julho, 1992. In: ALVAREZ, C. E. **A Estação Científica da Reserva Biológica do Atol das**

Rocas. Curso de Pós-Graduação em "Estruturas Ambientais Urbanas". Trabalho programado II. São Paulo, 2001.

ROMERO, M. de A.; ORNSTEIN, S. W. **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social.** Porto Alegre: ANTAC, 2003. – (Coleção Habitare).

RORIZ, M. **Arquitetura Bioclimática. Módulo 1b: Iluminação Natural em Edificações.** In: II Fórum pró-sustentabilidade. Novo Hamburgo: Feevale – Arquitetura e Urbanismo, 2008. Disponível em: http//aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/22978.pdf. Acesso em julho 2010.

SILVA JR., J. M. Da. **Parque nacional marinho de Fernando de Noronha: uso público, importância econômica e proposta de manejo. In: 2º Simpósio de Áreas Protegidas** – Conservação no Âmbito do Cone Sul, 2003. Disponível em http://www.mardecetaceos.net/media_files/download/11ParnamarFN.pdf. Acesso em 22 abr 2009.

SOUZA, R. de. A avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação. In: _____. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Ed. Pini: Instituto de Pesquisas tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT, 1988, p. 247-256. In: PAOLIELLO, M. A. **Edificações pré-fabricadas em madeira de plantios florestais: uma discussão sobre Sustentabilidade e desempenho como base para recomendações de projeto.** Dissertação de Mestrado. Orientadora: Drª. Maristela Gomes da Silva. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2005.

STEELE, J. Architecture today: ecological architecture. London: Phaidon, 1997. In: CASTELNOU, A. M. N. **Por uma Arquitetura Ecológica**. Terra e Cultura, Ano XVIII, Nº 35, 2002.

STUMPP, E. Madeira. Estudos Tecnológicos Unisinos. Engenharia. Gráfica Unisinos, 1997. In: RAMPAZZO, S. E.; SPONCHZADO, M. **O Uso da Madeira de Reflorestamento na Construção Civil com enfoque na Habitação**. Revista de Pesquisa e Pós-Graduação, Erechim, RS. Brasil (2000) 02: 131-148.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP. Acústica e Ruídos. Laboratório de Acústica e Vibrações. **Cálculos com o Decibel**. Disponível em http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/calculos.htm. Acesso em 20 out 2010.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Virtus s/c Ltda, 2001.

WOELFFEL, A. B.; ALVAREZ, C. E. de. A nova Estação Científica da Reserva Biológica do Atol das Rocas: a adoção de um sistema construtivo tradicional em madeira pré-fabricada aplicada nas condições ambientais e logísticas de um atol. In: V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2009, Recife. **Anais do V ENECS e do III ELECS**. São Paulo: ANTAC, 2009. p. 1-10.

YUBA, A. N. Cadeia Produtiva de Madeira Serrada de Eucalipto para Produção Sustentável de Habitações. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. In: ALVARENGA, A. **Habitação em estrutura de aço leve e componentes reciclados: um ensaio projetual**. Dissertação de Mestrado. Orientador: Dr.

Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Centro Tecnológico. Vitória: UFES, 2002.

7. Apêndices

7. APÊNDICES

7.1 APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO USUÁRIO TURISTA – PARNAMAR-FN

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL **Questionário de Avaliação Pós-Ocupação** Visão do usuário (turista) – PARNAMAR de Fernando de Noronha Pesquisador: Anderson Buss Woelffel andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Prezado (a) senhor (a),

Este questionário é parte integrante de um trabalho de pesquisa que está sendo desenvolvido no Curso de Mestrado do PPGEC/UFES. Sua participação é voluntária, sendo opcional sua identificação. A divulgação das respostas será feita de forma coletiva (em percentagens, por exemplo) preservando o seu anonimato. Sua contribuição é muito importante para este trabalho.

O Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha possui quiosques com lanchonete, quiosques de descanso, pontes, bancos e guarda-corpos em madeira ao longo das trilhas. Este questionário tem por objetivo saber a sua opinião sobre essas construções.

01) Você acha que seria melhor se essas construções não existissem para que as trilhas mantivessem o seu estado mais próximo do natural possível?

( ) Sim ( ) Não

02) Você acha que essas construções são importantes para o conforto e a segurança do turista?

( ) Sim ( ) Não ( ) Outro

Especifique_____

03) Você acha que essas construções estão causando algum problema para o ambiente do parque?

( ) Sim. Qual?_____

( ) Não ( ) Não sei avaliar.

04) Qual a sua opinião especificamente sobre os quiosques com lanchonete do parque?

( ) Ótimos ( ) Bons ( ) Ruins ( ) Péssimos

Por que?_____

05) Considerando serem os quiosques com lanchonete ambientes projetados para um lanche simples e eventualmente descanso, eles atendem satisfatoriamente às suas necessidades?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

06) Os bancos dos quiosques com lanchonete são confortáveis?

( ) Sim ( ) Não

Por que?_____

07) O que acha dos banheiros dos quiosques?

( ) Ótimos ( ) Bons ( ) Ruins ( ) Péssimos

Por que?_____

08) Qual a sua opinião sobre os quiosques (simples) de descanso das trilhas?

( ) Ótimos ( ) Bons ( ) Ruins ( ) Péssimos

Por que?_____

09) Considerando serem os quiosques de descanso lugares projetados para um repouso rápido durante a caminhada, eles atendem às suas necessidades?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

10) Qual a sua opinião a respeito da utilidade/estado das pontes em madeira do parque?

a) ( ) Úteis ( ) Pouco úteis ( ) Completamente dispensáveis b) ( ) Seguras ( ) Inseguras

11) Qual a sua opinião sobre a aparência das pontes?

( ) Belas ( ) Feias ( ) Indiferente

12) Qual a sua opinião sobre a utilidade/estado dos guarda-corpos do parque?

a) ( ) Úteis ( ) Inúteis b) ( ) Seguros ( ) Inseguros

13) Qual a sua opinião sobre a aparência dos guarda-corpos?

( ) Belos ( ) Feios ( ) Indiferente

14) Qual a sua opinião sobre os bancos de pedra e madeira que se encontram nas trilhas?

( ) Ótimos ( ) Bons ( ) Ruins ( ) Péssimos

Por que?_____

15) O fato de essas construções serem em madeira lhe agrada?

( ) Sim ( ) Não

16) Você acha que a madeira é um material de construção que se utilizado em áreas naturais fica em harmonia com a paisagem?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei avaliar

17) Você acha que as construções poderiam ser de outro material?

( ) Sim. Qual?_____ ( ) Não ( ) Não sei avaliar

18) Se desejar fazer algum comentário adicional, utilize o espaço abaixo e o verso da folha, caso necessário, para isso.

_____

_____

Nome:_____

Procedência:_____

Obrigado por sua contribuição.

7.2 APÊNDICE 2 – ENTREVISTA USUÁRIO LOCATÁRIO – PARNAMAR-FN QUESTIONÁRIO USUÁRIO TURISTA – PARNAMAR-FN – TRADUÇÃO PARA O INGLÊS

	FEDERAL UNIVERSITY OF ESPÍRITO SANTO *CIVIL ENGINEERING POSTGRADUATION PROGRAM* ***Post Occupancy Evaluation Questionnaire*** *User's view (tourist) – PARNAMAR de Fernando de Noronha* *Researcher: Anderson Buss Woelffel* andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Dear Mr/ Mrs,

This questionnaire is part of a research that is being developed in the PPGEC/ UFES Masters' course of the Civil Engineering Post graduation Program/ Federal University of Espírito Santo. Your participation is voluntary and your identification is optional. The Disclosure of the responses will be made on a collective way (in percentages, for example) preserving your anonymity. Your contribution is very important to this study.

The National Marine Park of Fernando de Noronha has small buildings to support (kiosks) with snack bars, rest places, bridges, benches and wooden parapet along the tracks. This questionnaire aims at finding out your opinion about these buildings.

01) Do you think it would be better if the building above mentioned did not exist in order to keep the natural features of the tracks as natural as possible?

( ) *Yes* ( ) *No*

02) *Do you think these buildings are important to the comfort and security of tourists?*

( ) *Yes* ( ) *No* ( ) *Other*

*Specify it:*_____

03) *Do you think these constructions are causing any problems for the environment of the park?*

( )*Yes.*

*Which one(s)?*_____

( ) *No* ( ) *I can not evaluate.*

04) *What is your opinion specifically about the park's kiosks with snack bars?*

( ) *Great* ( ) *Good* ( ) *Bad* ( ) *Very bad*

*Why?*_____

05) *Considering that the kiosks with snack bars were designed for a simple and fast snack and rest/relaxation are they in agreement with their needs satisfactorily?*

( ) *Yes* ( ) *No* ( ) *In part of*

*Why?*_____

06) Are *the kiosks' benches with snack bars comfortable?*

( ) *Yes* ( ) *No*

*Why?*_____

07) *What do you think about the kiosks' toilets?*

( ) *Great* ( ) *Good* ( ) *Bad* ( ) *Very bad*

*Why?*_____

08) *What is your opinion about the track's rest kiosks?*

( ) *Great* ( ) *Good* ( ) *Bad* ( ) *Very Bad*

*Why?*_____

09 *Considering that the rest kiosks are resting places designed for a quick rest during the journey, do they meet your needs?*

( ) *Yes* ( ) *No* ( ) *In part of*

*Why?*_____

10) *What is your opinion about the usefulness/condition of wooden bridges in the park?*

a) ( ) *Useful* ( ) a *Little useful* ( ) *Useless*

b) ( ) *Safe* ( ) *Unsafe*

11) *What is your opinion about the bridges appearance?*

( ) *Beautiful* ( ) *Ugly* ( ) *Indifferent*

12) *What is your opinion about the usefulness/condition of the parapet of the park?*

a) ( ) *Useful* ( ) *Useless*

b) ( ) *Safe* ( ) *Unsafe*

13) *What is your opinion about the parapet appearance?*

( ) *Beautiful* ( ) *Ugly* ( ) *Indifferent*

14) *What is your opinion about the stone- wooded benches that are on the tracks?*

( ) *Great* ( ) *Good* ( ) *Bad* ( ) *Very bad*

*Why?*_____

15) *Does the fact that these buildings (small buildings to support) being made of wood please you?*

( ) *Yes* ( ) *No*

16) *Do you think that wood is a construction material that if used in natural areas would be in harmony with the landscape?*

( ) *Yes* ( ) *No* ( ) *I cannot evaluate.*

17) *Do you think the park buildings could be made of another kind of material?*

( )*Yes. Which one(s)?*_____ ( ) *No* ( ) *I cannot evaluate*

18) *If you have any additional comments, use the space below to do it.*

_____

_____

*Name:*_____

*City/Country of origin:*_____

Thanks for your contribution.

7.3 APÊNDICE 3 – ENTREVISTA USUÁRIO LOCATÁRIO – PARNAMAR-FN

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL **Entrevista de Avaliação Pós-Ocupação** Visão do usuário (Locatário) – PARNAMAR de Fernando de Noronha Pesquisador: Anderson Buss Woelffel andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Prezado (a) senhor (a),

O Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha possui quiosques e pequenas construções de descanso em madeira ao longo das trilhas. Este questionário tem por objetivo saber a sua opinião sobre essas construções.

01) Você acha que essas construções em madeira estão causando algum problema para o ambiente do parque?

_____
_____
_____

02) Você acha que a madeira é um material de construção que se utilizado em áreas naturais fica em harmonia com a paisagem?

_____
_____
_____

03) Em termos gerais, qual a sua opinião sobre os quiosques do parque?

_____
_____
_____

04) Qual a sua opinião sobre os módulos de descanso do parque?

_____
_____
_____

05) O fato de essas construções serem em madeira lhe agrada? Aparência? Cheiro? Manutenção?

_____
_____
_____

06) O contato com uma parede de madeira (tato) lhe agrada?

_____
_____
_____

07) Você acha que as construções poderiam ser de outro material? Qual?

_____
_____
_____

08) A divisão dos ambientes internos atende às suas necessidades?

_____
_____
_____

09) Durante o dia, como é a temperatura dentro do quiosque em relação à temperatura do lado de fora? Você acha que a madeira aumenta ou diminui o calor interno da edificação?

_____
_____
_____

10) São feitas manutenções no quiosque? Que tipo de manutenção é feita? Em que frequência?

_____
_____
_____

11) A madeira facilita ou dificulta essa manutenção? Foi necessário substituir alguma peça de madeira? Se sim, por que motivo?

_____
_____
_____

12) O custo dessas manutenções é alto ou baixo?

_____
_____
_____

13) Você já observou sinais de umidade, fungos ou cupins na madeira do quiosque? Se sim, o que fez para impedir o avanço desses agentes?

_____
_____
_____

14) Quando chove, entra água pelas emendas e frestas da madeira? Há correntes de ar indesejáveis dentro do quiosque?

_____
_____
_____

15) Você se sente seguro dentro de uma edificação em madeira?

_____
_____
_____

16) Você compraria uma casa de madeira para você ou recomendaria uma para um amigo seu?

_____
_____
_____

17) Gostaria de fazer algum comentário ou justificativa adicional sobre algum dos itens anteriores ou sobre outro aspecto não contemplado pelo questionário?

_____
_____
_____
_____
_____

Nome:_____
Procedência:_____

7.4 APÊNDICE 4 – ENTREVISTA GESTOR – PARNAMAR-FN

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL **Entrevista de Avaliação Pós-Ocupação** Visão do Gestor – PARNAMAR de Fernando de Noronha Pesquisador: Anderson Buss Woelffel andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Prezado (a) senhor (a),

O Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha possui quiosques e pequenas construções de descanso em madeira, além de pontes, bancos e guarda-corpos ao longo das trilhas, que compõem a infra-estrutura do parque. Este questionário tem por objetivo saber a sua opinião sobre essas construções.

01) Em sua opinião, a madeira é um material construtivo que está em harmonia com a paisagem do parque?

_____
_____
_____
_____

02) As edificações em madeira estão causando algum problema no ambiente do parque?

_____
_____
_____
_____

03) Desde a construção das obras de infra-estrutura das trilhas, já foi feita alguma avaliação geral de suas condições? As edificações já passaram por alguma manutenção? Em que frequência as manutenções são realizadas?

_____
_____
_____
_____

04) Que tipo de manutenção já foi realizado? Os custos de manutenção são altos ou baixos?

_____
_____
_____
_____

05) Foram observados sinais de umidade, fungos ou cupins na madeira das edificações? Se sim, foi realizado algum procedimento para impedir o avanço desses agentes?

_____
_____
_____
_____

06) Como você avalia as condições de manutenção (facilidades e dificuldades encontradas)? Há algum procedimento documentado? Há manipulação de algum material tóxico para a preservação da madeira?

_____
_____
_____
_____

07) A madeira facilita ou dificulta essa manutenção? Foi necessário substituir alguma peça de madeira das edificações? Se sim, por que motivo?

_____
_____
_____
_____

08) Os usuários do parque costumam lhe procurar para fazer alguma reclamação ou sugestão sobre o parque? Há reclamações e/ou sugestões dos usuários em relação às edificações de infra-estrutura das trilhas? Quais?

_____
_____
_____
_____

09) Gostaria de fazer algum comentário ou justificativa adicional sobre algum dos itens anteriores ou sobre outro aspecto não contemplado pelo questionário?

_____
_____
_____
_____

Nome:_____

Instituição:_____

Obrigado por sua contribuição.

7.5 APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO USUÁRIO PESQUISADOR – ATOL DAS ROCAS

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL **Questionário de Avaliação Pós-Ocupação** Visão do usuário (pesquisador) – Atol das Rocas Pesquisador: Anderson Buss Woelffel andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Prezado (a) pesquisador (a),

Este questionário é parte integrante de um trabalho de pesquisa que está sendo desenvolvido no Curso de Mestrado do PPGEC/UFES, cujo tema é "Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas: estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo".

Sua participação é voluntária. A divulgação das respostas será feita de forma coletiva (em percentagens, por exemplo) preservando o seu anonimato. Sua contribuição é muito importante para este trabalho.

O Atol das Rocas possui atualmente duas Estações Científicas em madeira, cujo objetivo é oferecer infra-estrutura básica para abrigar os pesquisadores em atividades científicas no local.

01) Você acha que essas construções são importantes para o conforto e a segurança do pesquisador?

( ) Sim ( ) Não ( ) Outro

Especifique_____

02) Você acha que essas construções estão causando algum problema para o ambiente do Atol?

( ) Sim. Qual?_____

( ) Não ( ) Não sei avaliar.

03) Você acha que as edificações em madeira estão em harmonia com a paisagem do Atol?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei avaliar

Por que?_____

Questões relativas à Primeira Estação Científica

04) A aparência externa da Estação Científica em madeira lhe agrada?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

05) A aparência interna da Estação Científica lhe agrada?

( )Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

06) Em relação às condições de conforto térmico, como você qualifica a temperatura interna da edificação em relação à temperatura externa?

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Boa ( ) Ótima

Por que?_____

07) Em relação ao isolamento acústico, como você avalia as condições de bloqueio do som entre os cômodos da Estação?

( ) Ótimas ( ) Boas ( ) Ruins ( ) Péssimas

Por que?_____

08) Ainda em relação ao isolamento acústico, como você avalia as condições de isolamento do som em relação ao ambiente externo?

( ) Ótimas ( ) Boas ( ) Ruins ( ) Péssimas

Por que?_____

09) Em relação à infiltração de água, quando chove, entra água na Estação?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não tenho informações a respeito

10) Em relação à permeabilidade ao ar, há correntes de ar indesejáveis pela Estação?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não tenho informações a respeito

11) A Estação Científica é segura em relação ao risco de incêndio?

( ) Sim ( ) Não

12) Em relação ao conforto tátil, como você avalia a sensação ao toque na madeira?

( ) Agradável ( ) desagradável ( ) Indiferente

13) Você acha que a Estação Científica poderia ser de outro material construtivo?

( ) Sim. Qual?_____ ( ) Não ( ) Não sei avaliar

Por que?_____

14) Considerando ser a Estação Científica uma edificação projetada para abrigar o pesquisador durante sua estada no Atol das Rocas, ela atende às suas necessidades?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

Questões relativas à Segunda Estação Científica

(Responda apenas se já tiver tido contato com a nova Estação)

15) A aparência externa da Estação Científica em madeira lhe agrada?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

16) A aparência interna da Estação Científica em madeira lhe agrada?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

17) Em relação às condições de conforto térmico, como você qualifica a temperatura interna da edificação em relação à temperatura externa?

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Boa ( ) Ótima

Por que?_____

18) Em relação ao isolamento acústico, como você avalia as condições de bloqueio do som entre os cômodos da Estação?

( ) Ótimas ( ) Boas ( ) Ruins ( ) Péssimas

Por que?_____

19) Ainda em relação ao isolamento acústico, como você avalia as condições de isolamento do som em relação ao ambiente externo?

( ) Ótimas ( ) Boas ( ) Ruins ( ) Péssimas

Por que?_____

20) Em relação à infiltração de água, quando chove, entra água na Estação?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não tenho informações a respeito

21) Em relação à permeabilidade ao ar, há correntes de ar indesejáveis pela Estação?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não tenho informações a respeito

22) A Estação Científica é segura em relação ao risco de incêndio?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei avaliar

23) Em relação ao conforto tátil, como você avalia a sensação ao toque na madeira?

( ) Agradável ( ) desagradável ( ) Indiferente

24) Você acha que a Estação Científica poderia ser de outro material construtivo?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei avaliar

Por que?_____

25) Considerando ser a Estação Científica uma edificação projetada para abrigar o pesquisador durante sua estada no Atol das Rocas, ela atende às suas necessidades?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

26) Se desejar fazer algum comentário adicional, utilize o espaço abaixo para isso.

_____
_____
_____
_____
_____

Nome:_____

Procedência:_____

Obrigado por sua contribuição.

7.6 APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO VISÃO DO GESTOR – ATOL DAS ROCAS

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL **Entrevista de Avaliação Pós-Ocupação** Visão do Gestor – Atol das Rocas Pesquisador: Anderson Buss Woelffel andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Prezado (a) senhor (a),

Este questionário é parte integrante de um trabalho de pesquisa que está sendo desenvolvido no Curso de Mestrado do PPGEC/UFES, cujo tema é "Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas: estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo".

O objetivo deste questionário é conhecer a sua opinião sobre as Estações Científicas em madeira do Atol das Rocas. Sua contribuição é muito importante para este trabalho e também para o processo de avaliação continuada das construções no Atol.

01) Em sua opinião, as edificações em madeira estão em harmonia com a paisagem do Atol das Rocas?

_____
_____
_____
_____

02) As edificações em madeira estão causando algum problema no ambiente do Atol?

_____
_____
_____
_____

Questões relativas à primeira Estação Científica

03) Desde a construção da primeira Estação Científica, já foi feita alguma avaliação geral de suas condições? Foram observados sinais de umidade, fungos ou cupins na madeira da edificação? Se sim, foi realizado algum procedimento para impedir o avanço desses agentes?

_____
_____
_____
_____

04) A edificação já passou por alguma manutenção? Em que frequência as manutenções são realizadas?

_____
_____
_____
_____

05) Que tipo de manutenção já foi realizado? Os custos de manutenção são altos ou baixos?

_____
_____
_____
_____

06) Como você avalia as condições de manutenção (facilidades e dificuldades encontradas)? Há algum procedimento documentado? Há manipulação de algum material tóxico para a preservação da madeira?

_____
_____
_____
_____

07) A madeira facilita ou dificulta essa manutenção? Foi necessário substituir alguma peça de madeira da edificação? Se sim, por que motivo?

_____
_____
_____
_____

09) Gostaria de fazer algum comentário ou justificativa adicional sobre algum dos itens anteriores ou sobre outro aspecto não contemplado pelo questionário?

_____
_____
_____
_____

Nome:_____

Instituição:_____

Obrigado por sua contribuição.

7.7 APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO USUÁRIO PESQUISADOR – ASPSP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
Questionário de Avaliação Pós-Ocupação
Visão do usuário (pesquisador) – ASPSP
Pesquisador: Anderson Buss Woelffel
andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Prezado (a) pesquisador (a),

Este questionário é parte integrante de um trabalho de pesquisa que está sendo desenvolvido no Curso de Mestrado do PPGEC/UFES, cujo tema é "Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas: estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo".

Sua participação é voluntária. A divulgação das respostas será feita de forma coletiva (em percentagens, por exemplo) preservando o seu anonimato. Sua contribuição é muito importante para este trabalho.

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo possui uma Estação Científica em madeira, cujo objetivo é conferir habitabilidade ao Arquipélago oferecendo infra-estrutura básica para abrigar os pesquisadores em atividades científicas no local.

01) Você acha que a Estação Científica está causando algum problema para o ambiente do ASPSP?

( ) Sim. Qual?_____

( ) Não ( ) Não sei avaliar.

02) Você acha que a edificação em madeira está em harmonia com a paisagem do ASPSP?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei avaliar

Por que?_____

03) Você acha que a Estação Científica poderia ser de outro material construtivo?

( ) Sim. Qual?_____ ( ) Não ( ) Não sei avaliar

Por que?_____

04) A aparência externa da Estação Científica em madeira lhe agrada?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

05) A aparência interna da Estação Científica em madeira lhe agrada?

( )Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

06) Em relação às condições de conforto térmico, como você qualifica a temperatura interna da edificação em relação à temperatura externa?

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Boa ( ) Ótima

Por que?_____

07) Em relação ao isolamento acústico, como você avalia as condições de bloqueio do som entre os cômodos da Estação?

( ) Ótimas ( ) Boas ( ) Ruins ( ) Péssimas

Por que?_____

08) Ainda em relação ao isolamento acústico, como você avalia as condições de isolamento do som em relação ao ambiente externo?

( ) Ótimas ( ) Boas ( ) Ruins ( ) Péssimas

Por que?_____

09) Em relação à iluminação natural, como você avalia o aporte de luz para os ambientes internos da Estação?

(...) Ótimo (...) Bom (...) Ruim (...) Péssimo

10) Em relação à iluminação artificial, os ambientes são iluminados adequadamente para o desenvolvimento de suas atividades?

(...) Sim (...) Não

11) Em relação à infiltração de água, quando chove, entra água na Estação?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não tenho informações a respeito

12) Em relação à permeabilidade ao ar, há correntes de ar indesejáveis pela Estação?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não tenho informações a respeito

13) A Estação Científica é segura em relação ao risco de incêndio?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei avaliar

14) Considerando ser a Estação Científica uma edificação projetada para abrigar o pesquisador durante sua estada no Arquipélago, ela atende às suas necessidades?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

Por que?_____

15) Em relação ao conforto tátil, como você avalia a sensação ao toque na madeira?

( ) Agradável ( ) desagradável ( ) Indiferente

16) Considerando que a limpeza da Estação é uma atividade rotineira durante uma expedição científica, a madeira facilita essa atividade?

( ) Sim ( ) Não

Por que?_____

17) Se desejar fazer algum comentário adicional, utilize o espaço abaixo para isso.

_____

_____

_____

Nome:_____

Procedência:_____

Obrigado por sua contribuição.

7.8 APÊNDICE 8 – ENTREVISTA GESTOR – ASPSP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Entrevista de Avaliação Pós-Ocupação

Visão do Gestor – ASPSP

Pesquisador: Anderson Buss Woelffel
andersonbwarquiteto@gmail.com (27) 8802 5389

Prezado (a) senhor (a),

Este questionário é parte integrante de um trabalho de pesquisa que está sendo desenvolvido no Curso de Mestrado do PPGEC/UFES, cujo tema é "Avaliação da adequação de sistemas construtivos em madeira na produção de edificações em ilhas oceânicas: estudos de caso no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo".

O objetivo deste questionário é conhecer a sua opinião sobre a Estação Científica em madeira do ASPSP. Sua contribuição é muito importante para este trabalho e também para o processo de avaliação continuada das construções no Arquipélago.

01) Em sua opinião, a Estação Científica em madeira está em harmonia com a paisagem do ASPSP?

_____
_____
_____

02) As edificações em madeira do complexo da ECASPSP estão causando algum problema no ambiente do Arquipélago?

_____
_____
_____

03) Desde a construção da Estação Científica, já foi feita alguma avaliação geral de suas condições? Foram observados sinais de umidade, fungos ou cupins na madeira da edificação? Se sim, foi realizado algum procedimento para impedir o avanço desses agentes?

_____
_____
_____

04) A edificação já passou por alguma manutenção? Em que frequência as manutenções são realizadas?

_____
_____
_____

05) Que tipo de manutenção já foi realizado? Os custos de manutenção são altos ou baixos?

_____
_____
_____

06) Como você avalia as condições de manutenção (facilidades e dificuldades encontradas)? Há algum procedimento documentado? Há manipulação de algum material tóxico para a preservação da madeira?

_____
_____
_____

07) A madeira facilita ou dificulta essa manutenção? Foi necessário substituir alguma peça de madeira da edificação? Se sim, por que motivo?

_____
_____
_____

08) Gostaria de fazer algum comentário ou justificativa adicional sobre algum dos itens anteriores ou sobre outro aspecto não contemplado pelo questionário?

_____
_____
_____
_____

Nome:_____

Instituição:_____

Obrigado por sua contribuição.