

ADEQUABILIDADE AMBIENTAL E LOGÍSTICA DO USO DA MADEIRA COMO MATERIAL CONSTRUTIVO EM ILHAS OCEÂNICAS BRASILEIRAS

Anderson Buss Woelffel (andersonbwarquiteto@gmail.com) - UFES; **Cristina Engel de Alvarez** (engelalvarez@hotmail.com) - UFES

RESUMO: As ilhas oceânicas brasileiras são locais distantes da costa, caracterizados pela preservação ambiental e dificuldade de acesso. Diante da necessidade de ocupar tais locais motivada por interesses científicos, econômicos ou estratégicos e a conseqüente necessidade de edificações de apoio, este trabalho objetiva estudar a adequabilidade da madeira como material construtivo considerando os aspectos ambientais e logísticos. Metodologicamente, adotou-se a pesquisa bibliográfica e documental para o levantamento de dados pretéritos e, no acompanhamento dos trabalhos de campo, o registro gráfico e fotográfico dos processos construtivos, culminando com a realização de estudos de caso no Arquipélago de São Pedro e São Paulo e na Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas. 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 e se necessário, seu desmonte e relocação posterior. Destaca-se, ainda, a eficiente relação resistência/densidade da madeira em comparação com outros materiais, favorecendo o transporte e o dimensionamento das peças. Além disso, a madeira é um material ecologicamente adequado, permitindo também uma harmônica inserção da edificação na paisagem natural.

Palavras-chave: sustentabilidade, avaliação, técnica construtiva.

ENVIRONMENTAL AND LOGISTICAL SUITABILITY OF WOOD USE AS A BUILDING MATERIAL IN BRAZILIAN OCEANIC ISLANDS

ABSTRACT: The Brazilian oceanic islands are places far from the coast, characterized by the environmental preservation and access problems as well, not to mention that the occupation of such places is usually motivated by scientific, economic or strategic interests, and the consequent need of building support. Thus, this research aimed at studying the suitability of wood as a building material considering the environmental and logistical difficulties inherent in oceanic islands. Methodologically, some literature and documents for the collection of previous data in order to provide support for the field were adopted; also, graphic and photographic records of construction processes were taken into account, culminating in the creation of case studies in Saint Peter and Saint Paul Archipelago and the Marine Biological Reserve of Atol das Rocas. As a result, it was concluded that the wood has satisfactory characteristics for the sites considered particularly for enabling pre-fabrication, which allows pre-assembled for further testing on the continent, the subsequent assembly in situ, if necessary, its dismantling and relocation later. It stands out also for the effective resistance / density / weight of timber transport and encouraging the design of the pieces and the feasibility of mounting spot considering the labor pool, and the fact that wood is an ecologically appropriate material allowing an harmonious integration of the building in the natural landscape.

Keywords: sustainability, post-occupancy evaluation, construction technique.

1. INTRODUÇÃO

As ilhas oceânicas brasileiras, patrimônio nacional de grande beleza cênica, são locais distantes da costa, caracterizados pela preservação ambiental e dificuldade de acesso. De grande importância para o país, suscitam interesses científicos, econômicos e/ou estratégicos e motivam ações no sentido de promover sua ocupação ordenada, segundo sua capacidade suporte e categoria ambiental. Para tanto, a necessidade da construção de edificações de apoio que possam alojar os diferentes interesses se torna imprescindível e motiva a discussão sobre a natureza dos materiais e processos construtivos mais adequados para esse fim. Este trabalho adotou como estudos de caso as estações científicas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) e da Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas (Rebio Rocas), especialmente por se tratarem de ambientes com características bastante diferenciadas, tanto sob o aspecto ambiental como dos condicionantes logísticos.

O ASPSP (00°55'N e 29°20'W), localizado a 1010 km da costa de Natal-RN e a 610 km de Fernando de Noronha, é a parte emersa de um pináculo que se eleva de profundidades abissais da ordem de 4.000m de profundidade, resultante de um afloramento do manto sub-oceânico da Terra. Constitui-se de 6 ilhotas maiores e 4 ilhotas menores (Figura 1a), sendo que a única habitável é a Ilhota Belmonte (Figura 1b), a maior do conjunto. Ao todo, o Arquipélago possui cerca de 17.000 m² de área emersa (ALVAREZ, 2003).



(a)

(b)

Figura 1: Em (a), vista geral do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e em (b), vista aproximada da Ilhota Belmonte.

O Arquipélago é constituído de rochas duras, escuras, pontiagudas e fraturadas, grandes absorvedoras do calor oriundo da radiação solar, que nesta região é intensa. Sua superfície é praticamente desprovida de vegetação possuindo apenas a Ilha Belmonte com algumas áreas com vegetação rasteira. Não possui praias, o que dificulta o acesso às ilhas e, 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 sendo ainda uma região de rica biodiversidade, principalmente marinha.

O Atol das Rocas (03° 45' a 03° 56' S e 33° 37' a 33° 56' W), principal elemento cênico da Rebio Rocas, dista cerca de 260 km a E-NE de Natal-RN e 145 km a W do Arquipélago de Fernando de Noronha e, diferentemente do ASPSP, possui origem vulcânica. Sua formação se deve em função de, ao longo do tempo, ter se formado ao redor de uma montanha submarina um anel de corais elíptico de aproximadamente 7,5 km². Com a ação das intempéries, essa montanha foi sofrendo desgaste, restando, nos dias atuais, apenas o platô recifal, constituído pelo anel de corais, o depósito arenoso e a laguna (Figura 2a). Por ocasião da maré alta, apenas o anel de corais e duas porções de areia ficam emersas: as Ilhas do Farol e do Cemitério (KIKUCHI, 2002).

A Ilha do Farol (Figura 2b) é a única porção de areia emersa onde é permitido construir

(ICMBio, 2009). O local também não possui fontes de água doce, nem vegetação de porte que possa oferecer sombra e, apesar de não se configurar como região passível de abalos sísmicos como no ASPSP, a Ilha do Farol sofre processo de erosão e deposição contínuo, o que faz com que a ilha se movimente no platô recifal. Além disso, sua superfície é habitada por milhares de aves endêmicas e migratórias, bem como caranguejos, ratos, baratas e escorpiões.

Diante da necessidade de se construir edificações para abrigar os vários atores que devem permanecer nas ilhas oceânicas, a concepção da edificação, principalmente em relação à escolha dos materiais e técnicas construtivas empregadas, não deve – ou não deveria - ser feita de acordo com os procedimentos habituais comumente adotados nas práticas projetuais voltadas para os centros urbanos, visto os condicionantes ambientais e logísticos e, especialmente, as conseqüências serem diferenciados quando se trata de áreas preservadas e de difícil acesso (ALVAREZ, 2003).



Figura 2: Em (a), vista geral do Atol das Rocas com a seta indicando a Ilha do Farol e em (b), vista aproximada da Ilha do Farol. Fonte das imagens: Força Aérea Brasileira.

Nesse contexto, a madeira tem sido apontada por alguns autores (MILANO et al., 1986 apud CRUZEIRO, 1998; ALVAREZ, 2003) como um material adequado para ser utilizado na produção de infra-estrutura para Unidades de Conservação. Em tempos 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 renovável e reutilizável, bem como de reduzida energia incorporada, ganha novas atenções e se justifica frente aos desafios impostos pelo ideário do desenvolvimento sustentável.

Em se tratando de ilhas oceânicas, objeto de estudo deste trabalho, a situação se complica pela distância e dificuldade de acesso aos locais de implantação das edificações. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a adequabilidade da utilização da madeira serrada como material construtivo a ser utilizado em ilhas oceânicas, com o recorte da avaliação para os aspectos ambientais e logísticos, cujas particularidades tornam a escolha do material de fundamental importância no contexto de projeto, construção e manutenção das edificações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, classificada como descritiva, foi adotado inicialmente a pesquisa bibliográfica e documental, culminando com a realização de estudos de caso nas áreas escolhidas. Em relação à pesquisa bibliográfica, foram consultados livros e periódicos, artigos publicados em anais de eventos, dissertações e teses, bem como dados disponíveis em sites da *Internet* visando estabelecer a base conceitual e a organização das informações pretéritas sobre o assunto em foco.

No que concerne à pesquisa documental, foram analisados relatórios técnicos baseados em trabalhos de campo produzidos por profissionais arquitetos, tais 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 adicionais como projetos, desenhos, fotografias, filmes, gráficos, material cartográfico, etc.

Para as atividades de campo - além da participação em todas as etapas de projeto e planejamento de estações científicas para as ilhas oceânicas consideradas -, foi possível também acompanhar as etapas de pré-montagem, montagem definitiva *in loco*, e as manutenções posteriores possibilitando uma visão global com o registro gráfico e fotográfico de todo o processo. Em relação ao ASPSP, foi possível também acompanhar a produção das peças de montagem. Já no caso do Atol das Rocas, não foi possível presenciar a fabricação do *kit* de montagem da Segunda Estação Científica em função da mesma ter sido produzida por empresa ligada à iniciativa privada.

Embora todas as etapas tenham sido avaliadas a partir de roteiros previamente definidos, especialmente a etapa de montagem foi avaliada segundo critérios específicos, tanto para a obtenção de informações que permitissem a análise comparativa como, também, para subsidiar as atividades de manutenção posteriores à montagem das edificações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as realidades ambientais e logísticas diferenciadas nas situações avaliadas, seguem os resultados individuais por localização para uma posterior avaliação conclusiva.

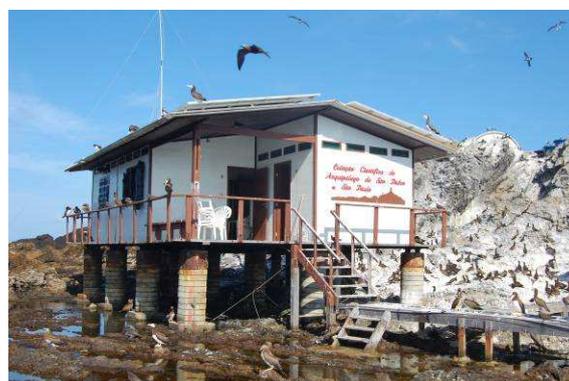
3.1. As Estações Científicas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo

A primeira Estação Científica do ASPSP (Figura 3a) foi edificada como uma das ações do então criado Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo, cujo objetivo foi estabelecer um programa contínuo e sistemático de pesquisas científicas na região, conferindo assim ao Arquipélago a condição de habitável e garantindo a manutenção de uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE), de 450km² (ALVAREZ, 2003).

Após 10 anos da inauguração da primeira estação, a necessidade de novas instalações – como um pequeno laboratório - associado ao desconforto e avarias decorrentes da incidência de ondas na Estação estimularam a construção de uma segunda edificação (Figura 3b).



(a)



(b)

Figura 3: Em (a), a Primeira Estação Científica do ASPSP no dia de sua inauguração em 25 de junho de 1998, e em (b), a Segunda Estação Científica do ASPSP.

O projeto da segunda estação foi idealizado a partir dos resultados das avaliações consecutivas realizadas na primeira edificação desde 1998, reunidos através dos relatórios técnicos das manutenções e do processo continuado de avaliação pós-ocupação do ASPSP. Os Quadros 1 e 2 apresentam um exemplo dos resultados obtidos na forma de condicionantes ambientais e logísticas e as respectivas decisões projetuais.

CONDICIONANTES AMBIENTAIS	DECISÕES DE PROJETO
Inserção na paisagem	Relação harmônica com o ambiente natural, porém com presença marcada da edificação no Arquipélago de São

Pedro e São Paulo.	
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.
Materiais construtivos básicos	Adoção de materiais: de baixo impacto ambiental e se possível, renováveis; de fácil manutenção; adequados à ação da maresia; e adequados ao tipo de uso e usuário.

Quadro 1 - Condicionantes ambientais e decisões projetuais considerados na etapa de projeto.

Fonte: Adaptado de Alvarez (2001, p. 36-39)

CONDICIONANTES LOGÍSTICOS	DECISÕES DE PROJETO
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 humana em terra.
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 Marinha do Brasil.
Reduzido tempo para a realização das atividades.	Sistema construtivo desenvolvido para permitir montagem em 15 dias no máximo.
Dificuldade para abastecimento e manutenção.	Instalações e equipamentos com o máximo de autonomia e independência para funcionamento e manutenção.

Quadro 2 – Condicionantes logísticos e decisões projetuais considerados na etapa de projeto.

Fonte: Adaptado de Alvarez (2001, p. 36-39)

O sistema “viga-laje em madeira” (Figura 4), desenvolvido de forma a impedir o desprendimento de peças em caso de abalo sísmico, é complementado por um sistema de amortecimento constituído de coxins de neoprene e placas metálicas fixadas em sapatas de concreto. Esse sistema foi repetido na Segunda Estação, com pequenas melhorias, por ter se mostrado bastante satisfatório em relação aos condicionantes logísticos e ambientais considerados (ALVAREZ et al., 2008). Destaca-se que após o pleno funcionamento da segunda estação, a primeira foi desmontada e transportada para a Base Naval de Natal (RN).



(a)



(b)

Figura 4: (a) Sistema de amarração das vigotas do piso com as barras rosqueadas na primeira estação; e (b) encaixe das vigotas da parede na segunda estação.

3.2 As Estações Científicas do Atol das Rocas

Em 1993, foi construída a primeira Estação Científica da Rebio do Atol das Rocas, em madeira, com os objetivos de se tornar a sede da pesquisa científica no Atol e abrigar os pesquisadores e fiscais da reserva (Figura 5a). Posteriormente, sentiu-se a necessidade da construção de uma nova edificação para atender a novas demandas da pesquisa como a existência de um laboratório, mais vagas em alojamentos e maior área útil para vivência e guarda de materiais.

O projeto da nova estação científica (Figura 5b) foi desenvolvido considerando a possibilidade de manufatura por uma empresa vinculada à produção de casas de madeira pré-fabricada, assim, o *kit* com as peças de madeira foi produzido por uma empresa privada. 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.



Figura 5: Em (a), a Primeira Estação e em (b) a Segunda Estação Científica.

Os Quadros 3 e 4 apresentam os condicionantes ambientais e logísticos considerados durante a etapa de planejamento das estações científicas.

CONDICIONANTES AMBIENTAIS	DECISÕES DE PROJETO
Inserção na paisagem.	Relação harmônica com o ambiente natural, porém com presença marcada da edificação no Atol das Rocas.
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.

Quadro 3 – Condicionantes ambientais considerados na etapa de projeto. Fonte: Adaptado de Alvarez (2001, p. 36-39).

CONDICIONANTES LOGÍSTICOS	DECISÕES DE PROJETO
Limitação dos meios de transporte.	Adoção de sistema pré-fabricado, modulado, adaptado para a situação mais restritiva de transporte, ou seja, bote inflável com motor de popa e força humana em terra.
Limitação dos recursos financeiros.	Adoção de técnica construtiva compatível com os recursos disponíveis, bem como com materiais e equipamentos disponíveis no mercado nacional.

Quadro 4 – Condicionantes logísticos considerados na etapa de projeto. Fonte: Adaptado de Alvarez (2001, p. 36-39).

3.3. Resultados conclusivos

A partir das avaliações individuais realizadas nos locais específicos – Arquipélago de São Pedro e São Paulo e Atol das Rocas, pode-se afirmar que em relação aos **aspectos logísticos**, observou-se que a madeira pode ser considerada um material construtivo adequado para construções em ilhas oceânicas, pois permite a 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 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.

Uma vez fabricado o *kit* de montagem, a madeira permite a pré-montagem e posterior desmonte para o transporte ao local definitivo sem a danificação dos elementos construtivos. Essa etapa é de grande importância no processo de construção, pois permite antever possíveis problemas, treinar a equipe, ajustar o cronograma de obra, além de permitir reparos e ajustes no *kit* de montagem e na listagem de equipamentos e ferramentas, se necessário. Destaca-se que os improvisos são absolutamente indesejáveis em locais de difícil acesso, tanto pela carência de materiais e equipamentos para a sua produção como pela posterior dificuldade no acompanhamento da eficiência da solução.

Em relação ao transporte das peças, considerando as condições mais restritivas de transporte em ilhas - em última instância, o bote 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. O fato que colabora para isso é a alta relação resistência/densidade da madeira, se comparada a outros materiais construtivos, que favorece o transporte e o dimensionamento das peças, ou seja, pode-se afirmar que as peças de madeira são mais leves quando comparadas com outros materiais submetidos às mesmas exigências estruturais e de conforto.

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.

No que concerne aos **aspectos ambientais**, a madeira também pode ser considerada um material construtivo adequado por ser de fonte renovável e reutilizável, com baixa energia incorporada em seu processo de produção e beneficiamento. Incorporador de CO₂. Seus resíduos, se em contato com o ambiente, não poluem por serem naturais, ressalva feita apenas aos métodos preservativos, que devem optar por produtos de menor impacto ao ambiente.

Além disso, as edificações em madeira estabelecem uma relação harmônica com a paisagem, inserindo-se no ambiente sem causar grandes contrastes, embora seja desejável a marcação da presença humana na paisagem natural, seja por questões de segurança, seja por motivos estratégicos.

4. CONCLUSÃO

Embora alguns aspectos de avaliação não tenham sido contemplados nessa pesquisa, foi possível estabelecer alguns resultados adicionais em relação ao uso da madeira em ilhas oceânicas como, por exemplo, a questão da durabilidade, principalmente quando observado que o maior fator de degradação dos materiais é a névoa salina, cuja ação sobre alguns materiais – como os elementos metálicos e compostos ferrosos, por exemplo – induzem à rápida deterioração do material.

Também merece ser citada a relação cultural do brasileiro com a madeira, tanto quando se avalia o grupo de operários da obra como quando o foco é direcionado para os usuários finais das edificações. No primeiro grupo, observou-se que mesmo os operários que não tinham qualquer especialidade relacionada à construção com madeira, demonstraram, em sua maioria, alguma habilidade no trato com esse material, provavelmente oriundo de conhecimentos adquirido pela prática; sendo possível o desenvolvimento do trabalho a partir da orientação de um profissional. Nesse sentido, quanto menor a quantidade de ajustes *in loco*, menor a necessidade de marceneiros habilitados no *staff* de montagem. Já em relação aos usuários, observou-se uma relação amigável com as edificações em madeira e demonstrações de preferência desse material em relação a experiências semelhantes, como quando são citados os *containers* da Estação Antártica Comandante Ferraz.

Um fator desqualificador da técnica construtiva em madeira ocorreu na experiência de construção da segunda edificação do Atol das Rocas, cuja terceirização dos serviços através da contratação de uma empresa vinculada à confecção e comercialização de *kits* para casas em madeira acarretou na reprodução de hábitos já considerados inadequados para o meio urbano e totalmente impróprios para o ambiente insular. Nesse sentido, dentre outros, destaca-se a habitual “folga” deixada nas dimensões da maioria das peças ocasionando a necessidade de retrabalho e geração de grande quantidade de resíduos para os necessários ajustes. No entanto, essa experiência não desqualifica a madeira em relação à adequabilidade para os ambientes avaliados e sim, a necessidade de aprimoramento dos sistemas pré-fabricados disponíveis no mercado.

5. AGRADECIMENTOS

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; à SECIRM – Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar; à Fundação SOS Mata Atlântica e ao Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

6. REFERÊNCIAS

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: Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira, 11., 2008. **Anais...** Londrina: XI EBRAMEM, 2008.

ALVAREZ, C. E. de. **Metodologia para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental: aplicabilidade na Antártica e nas ilhas oceânicas brasileiras.** 2003. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. **A Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.** 2001. Trabalho Programado V (Curso de Pós-Graduação em Estruturas Ambientais Urbanas) Universidade de São Paulo, São Paulo.

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

KIKUCHI, R. K. P. Atol das Rocas, Litoral do Nordeste do Brasil. Único atol do Atlântico Sul Equatorial. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Ed). **SIGEP 33 – Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** 2002. DNPM/ CPRM/ SIGEP, Brasília.

MILANO, S. M. et al. 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.** 1998. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Carlos.