



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

O USO DO PVC PARA CONSTRUÇÃO EM ÁREAS DE DIFÍCIL ACESSO E COM INTERESSE CIENTÍFICO/AMBIENTAL: A ESTAÇÃO CIENTÍFICA DA ILHA DA TRINDADE

Edna Aparecida Nico Rodrigues (1), Anderson Buss Woelffel (2), Ana Carolina Alves Bernabé (3), Fernando Boechat Fanticelle (4), Cristina Engel de Alvarez (5)

- (1) *Arquiteta Urbanista, Mestre em Engenharia civil, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFES e Pesquisadora do Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP- UFES). E-mail: artur.edna@terra.com.br*
- (2) *Arquiteto Urbanista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (UFES), Pesquisador do Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP- UFES). E-mail: andersonbwarquiteto@gmail.com*
- (3) *Arquiteta Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (UFES), Pesquisadora do Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP- UFES). E-mail: anacarolbernabe@gmail.com*
- (4) *Arquiteto Urbanista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (UFES), Pesquisador do Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP- UFES). E-mail: fernandobf.vix@gmail.com*
- (5) *Arquiteta com mestrado e doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas, professora no Depto. de Arquitetura e nos cursos de Pós graduação em Engenharia Civil e em Arquitetura e Urbanismo da UFES, Diretora do Centro de Artes e Coordenadora do Laboratório de Planejamento e Projetos da UFES. E-mail: engel@npd.ufes.br*

RESUMO

As condições específicas das ilhas oceânicas e da Antártica pressupõem a adoção de soluções construtivas diferenciadas dos meios urbanos tradicionais, seja pela situação ambiental atípica, como pela necessidade de adequação à logística disponível. A construção de uma estação científica na Ilha da Trindade, localizada no Oceano atlântico a 1.140 Km de Vitória (ES) representa uma oportunidade de experimentação do PVC (Poli-Cloreto de Vinila) enquanto principal material construtivo, tanto como resposta aos condicionantes locais como, também, para futuros projetos previstos para locais inóspitos e de restrições logísticas semelhantes. A escolha do PVC enquanto material básico é justificada pelas características técnicas desse material especialmente em relação à resistência às intempéries, baixo custo de manutenção, possibilidade de pré-fabricação, e relação custo x benefícios adequados. O principal **objetivo** da pesquisa foi avaliar o desempenho da tecnologia adotada em relação aos aspectos: adequabilidade ao uso à logística disponível; facilidade na montagem final; facilidade de adestramento da mão de obra; e tempo de execução. A **metodologia** adotada considerou inicialmente a etapa de projeto, quando foram utilizadas soluções arquitetônicas alicerçadas nos conceitos bioclimáticos, de acordo com as potencialidades do ambiente natural e características dos painéis de PVC empregados. Para a avaliação teórica dos resultados obtidos em projeto, foram realizadas simulações de desempenho através do *software* Ecotect, cujos resultados induziram aos aprimoramentos realizados ao longo do processo projetual. Posteriormente, realizou-se o acompanhamento dos resultados nos períodos de pré-montagem, embalagem, transporte e montagem final da edificação na ilha, sendo que cada etapa foi realizada a partir de procedimentos específicos e instrumentos próprios. Como principal **resultado** constatou-se a conformidade da proposta arquitetônica com a tecnologia utilizada para o sistema construtivo em relação aos condicionantes previamente definidos, sendo uma contribuição adicional a verificação do potencial para uso em situações semelhantes, como por exemplo, nas condições ambientais e logísticas da Antártica.

Palavra chave: construção em PVC; ilhas oceânicas; áreas inóspitas; conforto; logística

1 INTRODUÇÃO

A Ilha da Trindade (Lat.: 20° 29-32'S e Long.: 29° 17-21'W) está localizada no Oceano Atlântico Sul a 1.140km da costa, na altura do paralelo de Vitória, Espírito Santo (Figura 1). Constitui-se da porção emersa de uma montanha submarina de origem vulcânica que se eleva do assoalho oceânico a quase 5.800m de profundidade. Faz parte de uma cadeia de montes submarinos vulcânicos, chamada “Cadeia Vitória-Trindade”, orientada em sentido Leste-Oeste, possuindo em torno de 9,28 km² de área emersa (ALVES, 1998).



Figura 1 – À esquerda, localização da Ilha de Trindade e do Arquipélago de Martin Vaz em relação à costa brasileira. À direita, a Ilha da Trindade. Fonte: Google Earth, acesso: 18 maio 2010.

O relevo da Ilha é bastante acidentado, resultante de processos erosivos sobre um maciço rochoso de resistência heterogênea às intempéries (Figura 2). Em sua porção central, possui três picos principais com altitude próxima de 600 metros (ALMEIDA, 2000).



Figura 2 – À esquerda, vista da Praia das Tartarugas com destaque para o relevo acidentado da Ilha da Trindade. À direita, vista da estação meteorológica.

A Ilha da Trindade, devido à sua localização e características naturais, possui importância científica, econômica e estratégica para o país, uma vez que ocupa o centro de uma Zona Econômica Exclusiva, juntamente com o Arquipélago de Martim Vaz, onde é permitido ao Brasil explorar o solo, o subsolo e a coluna d'água. Além disso, foi cenário de eventos marcantes para a história do Brasil.

Desde 1957, a Marinha do Brasil vem guarnecendo a Ilha através do Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade – POIT, subordinado ao Comando do Primeiro Distrito Naval, que realiza um importante trabalho de observação meteorológica e maregráfica através da Estação Meteorológica da DHN, Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, fundamental para a navegação em grande parte do Atlântico Sul. Além dessas atividades, o POIT tem como atribuições principais assegurar a soberania brasileira na região, cooperar com a segurança do tráfego marítimo e preservar as características do ecossistema da ilha, contribuindo para a preservação ambiental e combate à poluição.

Além do trabalho exercido pela Marinha do Brasil, algumas atividades de pesquisa científica são desenvolvidas na ilha. Recentemente, a Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - SECIRM, objetivando ampliar as pesquisas já existentes e estimular o desenvolvimento de novas pesquisas científicas e tecnológicas na região, de forma sistemática e contínua, criou o Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade – PROTRINDADE. Para tanto, as novas demandas estabelecidas pelo PROTRINDADE, principalmente no que se refere ao incremento das atividades científicas na Ilha, exigiram o planejamento de novas instalações, específicas para tal uso, e para isso foi determinada a construção da Estação Científica da Ilha da Trindade (ECIT).

Todavia, as pesquisas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico no campo da construção civil pressupõem um esforço interdisciplinar capaz de associar as contribuições aportadas por diferentes campos do conhecimento. No caso específico do projeto da estação científica, foi de fundamental relevância conjugar, além da experiência já obtida de pesquisas anteriores realizadas em situações semelhantes (Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Atol das Rocas, Fernando de Noronha e Antártica), a investigação de diversos aspectos técnicos e científicos relevantes para o alcance dos objetivos estabelecidos.

O planejamento da construção da ECIT envolveu questões complexas, principalmente relacionadas à logística de transporte de material, já que se pressupõe a fabricação do material no continente e o transporte por meio de embarcações disponíveis pela Marinha do Brasil até a ilha. Essa limitação logística também interfere nos aspectos relacionados à manutenção, sendo um item relevante para as técnicas adotadas para as construções na ilha. Soma-se a esses aspectos a questão do conforto e energia, pois se entende que a ocupação humana em áreas extremas e de preservação natural implica em gerar o menor impacto possível ao mesmo tempo em que se proporcione conforto aos seus usuários, seja no aspecto térmico, visual, acústico ou psicológico.

As experiências anteriores, com utilização de sistemas construtivos sempre em madeira, induziram a busca de novas tecnologias para a construção da ECIT, pois existia a oportunidade de investigação sobre algum sistema ainda não testado e, assim avaliar e relacionar com a experiência já acumulada em outras ilhas. Entretanto, em pesquisas anteriores, na Estação Antártica Comandante Ferraz, o PVC já estava sendo usado – com sucesso - em alguns elementos construtivos da edificação, incentivando assim as ações visando conhecer melhor o material empregado e pesquisar as potencialidades de utilização em outras áreas de difícil acesso, sempre considerando as questões relacionadas à logística, à manutenção, ao conforto e à busca do menor impacto.

2 OBJETIVO

A pesquisa teve por principal objetivo avaliar o desempenho da tecnologia em PVC adotada na Estação Científica localizada na Ilha da Trindade (ECIT), em relação aos seguintes principais aspectos: adequabilidade ao uso; adequabilidade à logística disponível; facilidade na montagem final; facilidade de adestramento da mão de obra; e tempo de execução. Como objetivo secundário, foi feito o comparativo entre as técnicas construtivas em madeira e em PVC, considerando a adequabilidade para a construção em ilhas oceânicas.

3 METODOLOGIA

Destaca-se que a hipótese de trabalho considerou não somente a adequabilidade do uso do PVC para a situação específica da Ilha da Trindade, mas, também reforçar a possibilidade e viabilidade de se inserir essa nova tecnologia também no projeto em desenvolvimento para o denominado MAP - Módulo Antártico Padrão, cujo conceito de projeto é de ser uma unidade modular passível de utilização para futuras estações brasileiras na Antártica.

Sendo assim, a primeira etapa do processo metodológico contemplou o levantamento de dados e documentos disponíveis, tanto em referências bibliográficas como mapas, relatórios técnicos, e publicações em geral. Paralelamente a essa fase, buscou-se o aprofundamento do conhecimento do uso do PVC. Tal estudo se fez por meio de uma criteriosa análise das publicações, visitas *in loco* de obras realizadas em PVC, além do acompanhamento e apoio do Instituto do PVC.

Com base nos levantamentos efetuados e nas pesquisas realizadas na Ilha em junho de 2007, ressaltando as particularidades do local a ser implantado a ECIT, montou-se um programa de necessidades, contemplando não só as questões arquitetônicas, mas todos os sistemas a serem utilizados na implantação e posterior avaliações pós-uso. Os dados considerados para a elaboração de um programa foram: condicionantes climáticos; definição do local de implantação; visuais e paisagem; vegetação do entorno; logística de transporte e armazenamento do material da construção; peculiaridades do local; topografia; barreiras naturais; e fragilidade ambiental.

Após a concepção projetual, a representação gráfica foi efetuada através de *softwares* específicos da área de arquitetura e engenharia como o Sketchup (GOOGLE SKETCHUP, 2008), e para as simulações de conforto ambiental, o *software* Ecotect (ECOTECT ANALYSIS, 2009). Todo o processo de concepção do projeto foi elaborado com constantes aferições do conforto ambiental, com base em estratégias bioclimáticas para as condições encontradas na Ilha da Trindade, adequabilidade à tecnologia, montagem e transporte. Destaca-se que para os estudos iniciais, foram adotados os resultados publicados em Alvarez, Yoshimoto e Melo (1995).

Ressalta-se que em função da peculiaridade do local, bem como dos condicionantes relacionados à logística, no processo metodológico de concepção, produção e montagem final da ECIT o planejamento de todas as etapas deve levar em consideração a necessidade de redução máxima - ou mesmo eliminação - de qualquer imprevisto, visto a dificuldade de improvisações e a impossibilidade de ampliação do tempo de montagem, prevista para ocorrer dentro de um prazo de dois meses.

Com base em experiências anteriores de construção em locais de acesso complexo, planejou-se uma pré-montagem da ECIT ainda no continente. Essa importante etapa possibilitou a execução das seguintes atividades simultaneamente: adestramento da mão de obra destinada à construção da ECIT (da Marinha) pela empresa contratada; planejamento do tempo necessário para a execução da obra; identificação dos possíveis imprevistos; aferição de todos os materiais, equipamentos e ferramentas; embalagens; etiquetagem e pesagem de todas as embalagens; e planejamento logístico do embarque e desembarque de materiais tanto no navio quanto na ilha.

A pré-montagem foi feita na EAMES (Escola de Aprendizes de Marinheiro do Espírito Santo) localizada em Vila Velha, tendo participado dessa fase: seis pesquisadores, cuja principal atividade era de registrar eventuais problemas e, quando pertinente, buscar soluções para evitar transtornos na Ilha; três integrantes da empresa contratada para fornecer todos os materiais necessários a execução da ECIT e ministrar o adestramento aos operários; cinco componentes da Marinha – capacitados para construir a ECIT (um carpinteiro, dois pedreiros, um ajudante e um bombeiro hidráulico); e um engenheiro civil da Marinha, designado para acompanhar a obra na Ilha. Toda a estrutura da estação foi montada e conferida, já sendo uma etapa de identificação de problemas e potencialidades do PVC.

Para a etapa de desmonte e embalagem foram consideradas as avaliações observadas na pré-montagem. Para viabilizar o planejamento logístico, todas as embalagens foram identificadas com os seguintes itens: quantidade dos materiais, peso e necessidade ou não de etiquetagem de frágil (utilizada para mobiliário, louças, vidros, dentre outros) tendo como base o planejamento do desembarque de material elaborado pela equipe da Marinha. Estava previsto que nessa etapa também seria estabelecida a ordem de embarque – inversa à necessidade de desembarque -, bem como o inventário de todo o material que permaneceria na Ilha, porém tal atividade não foi executada.

Para o embarque e desembarque na ilha foram designados dois pesquisadores que acompanharam a expedição encarregada de levar o material até a Ilha. Para a avaliação de desempenho do processo construtivo um arquiteto pesquisador permaneceu na Ilha durante os dois meses de construção da ECIT visando a coleta de dados para a avaliação de todas as etapas.

4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

4.1 Diretrizes estabelecidas para o projeto

A proposta projetual para a ECIT foi alicerçada nos conceitos de *Autonomus House* (YEANG, 1999) e nos critérios da sustentabilidade em edificações, que servirá como importante referencial de avaliação de impacto efetivo visto os procedimentos preliminares – definição do programa, escolha do local de implantação, definição das diretrizes de projeto e desenvolvimento projetual – terem sido realizados

considerando a edificação como objeto de monitoramento contínuo, cujos resultados extrapolam os interesses específicos do impacto local. O local determinado para a construção da ECIT foi escolhido dentre as opções possíveis de sítio elencadas anteriormente em expedição realizada para esse fim (CASAGRANDE; CRUZ; ALVAREZ, 2007).

Acredita-se que os estudos e avaliações realizadas na Ilha da Trindade são também a oportunidade para investigar novas soluções tecnológicas para a produção de construções mais adequadas em termos de conforto e geração de menor impacto ambiental, induzindo ao desenvolvimento de soluções apropriadas para lidar com aspectos fundamentais tais como a questão energética; a obtenção e o consumo de água; a geração e tratamento das águas residuárias; os resíduos sólidos nas etapas de construção e uso das edificações; o impacto das construções na paisagem natural; o impacto de uso na fauna e flora locais, entre outras (Figura 3).

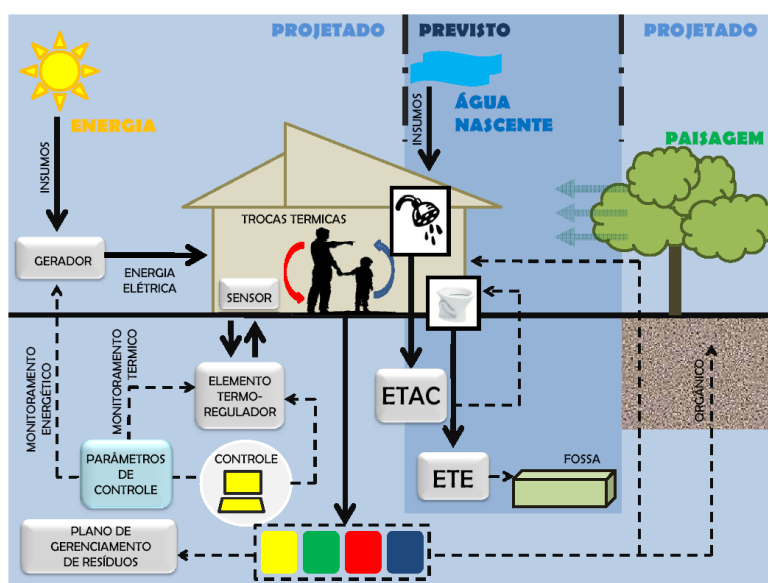


Figura 3 - Síntese dos estudos previstos, alicerçado no conceito de *Autonomus House*.

O local definido para a construção da ECIT foi um terreno próximo à Casa da Chefia, inserida no contexto do POIT (Figura 4). Os motivos que levaram à decisão por essa localização foram à facilidade de conexão da ECIT aos sistemas complementares já em funcionamento no POIT, ou seja: rede hidráulica; instalações sanitárias, elétricas, telefônicas e de lógica; bem como pela proximidade às demais edificações do POIT, como o Setor de Comunicações - SECOM, o Refeitório, a Enfermaria e os demais Alojamentos. Sua localização está voltada para a costa Nordeste da ilha, na Enseada dos Portugueses, e apresenta-se bastante pedregoso, com uma declividade de aproximadamente 10%, tendo no seu entorno várias amendoieiras-da-praia (*Terminalia cappata*), que colaboram para amenizar o calor produzido pela radiação solar e criam um agradável microclima local.



Figura 4: Localização do local de implantação da ECIT (seta), no contexto do POIT. Fonte: Google Earth. Acesso em 18 maio 2010 (imagem direita).

O projeto da ECIT foi desenvolvido tendo como objetivo, além do atendimento ao programa de necessidades previamente definido, a produção de uma edificação alicerçada nos conceitos da arquitetura bioclimática e, consequentemente, possibilitando o máximo de conforto aos usuários com o mínimo dispêndio energético e mínimo impacto ambiental. As simulações efetuadas através do *software* Ecotect (ECOTECH ANALYSIS, 2009) definiram resultados satisfatórios de proteção solar através dos painéis de vedação, das aberturas, da projeção da cobertura e beirais, definindo algumas decisões projetuais e adaptações do projeto inicial (Figura 5).

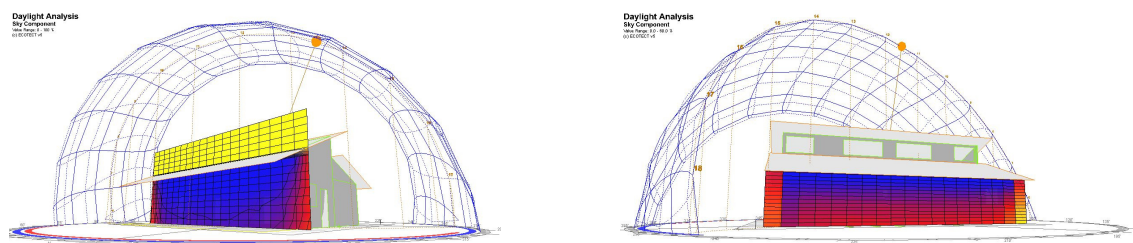


Figura 5 – Estudo de avaliação do desempenho térmico da ECIT utilizando-se o *software* ECOTECH, sendo à esquerda a representação da fachada nordeste e à direita, a da fachada sudeste.

A ECIT possui 141,62 m² e é composta pelos seguintes ambientes: dois dormitórios, dois banheiros, laboratório úmido, laboratório seco, sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço, varanda e sala de baterias para o sistema fotovoltaico. O projeto possui capacidade para 08 pesquisadores sendo 04 masculinos e 04 femininos (Figura 6).



Figura 6 – Planta da Estação Científica da Ilha da Trindade.

Tendo definido o PVC como tecnologia construtiva, optou-se em utilizar também as esquadrias e a cobertura no mesmo material, pois tal medida possibilita a análise de todos os componentes da edificação. As tipologias de janelas utilizadas privilegiam a ventilação higiênica e de conforto, não sendo necessária a utilização de resfriamento artificial nos ambientes.

O projeto de cobertura foi outro elemento importante para minimizar os possíveis desconfortos ocasionados pela troca de calor dos componentes da edificação. Adotou-se como princípio básico, a manutenção da ventilação cruzada através de aberturas superiores, sendo o projeto desenvolvido de forma a permitir a entrada de ar pelas janelas e a saída pela abertura no ático. A telha utilizada para facilitar a manutenção e a instalação do sistema fotovoltaico foi de PVC, instaladas em perfis metálicos sobre painéis de 20 mm de MDF.

Embora a fundação proposta originalmente fosse de sapatas isoladas – visando a manutenção da integridade topográfica – a decisão por uma fundação direta foi estabelecida pela Diretoria de Obras Cíveis da Marinha e realizada numa etapa anterior à montagem da ECIT.

O local definido para a ECIT previa sua fachada com o plano da cobertura de maior superfície na orientação Norte visando a futura instalação de placas fotovoltaicas. Contudo, em função das características topográficas específicas do local, da relação da edificação com a paisagem e da almejada eficiência térmica, lumínica e acústica pretendida a partir dos condicionantes naturais, a orientação final foi modificada ficando o plano de maior superfície voltado para a orientação nordeste.

4.2 O Sistema Construtivo em PVC

Conforme Braun (2002) apud Borges (2004), o policloreto de vinila (PVC) é o segundo termoplástico mais consumido em volume no mundo, com uma produção mundial de aproximadamente 30 milhões de toneladas. Possui grande versatilidade de aplicação devido ao fato de esta resina combinar-se com uma série de aditivos, resultando em produtos rígidos e flexíveis. Devido ao baixo custo de seu processamento, combinado com boas propriedades físicas, químicas e mecânicas, o PVC vem se tornando um polímero universal com muitas aplicações, como tubos, perfis, pisos, revestimentos de fios, embalagens, entre outras.

A tecnologia construtiva escolhida para a edificação foi um sistema em painéis leves de PVC encaixados (Figura 7), preenchidos com concreto fluído. O sistema, de tecnologia canadense, relativamente recente no mercado nacional, possui aspectos adequados às diretrizes estabelecidas no projeto, conforme detalhado no Quadro 3.

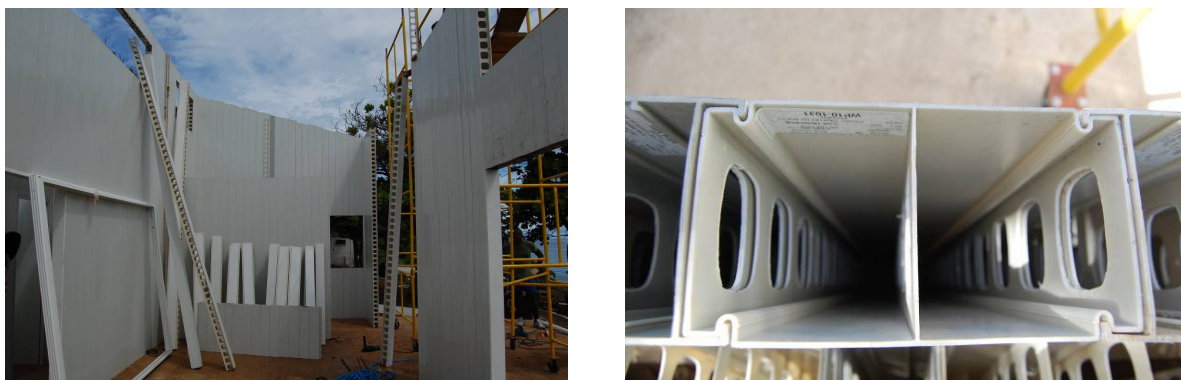


Figura 7 – À esquerda, painéis de PVC durante a montagem da ECIT; e à direita, detalhe do encaixe entre cada módulo do sistema construtivo.

ASPECTOS CONSIDERADOS	CARACTERÍSTICAS DO PVC
Logístico	Material pré-fabricado, leve, de fácil manuseio e transporte. Admite pré-montagem. Apresenta facilidade de montagem, não necessitando de rebôco ou pintura. Não necessita de mão-de-obra especializada, apenas treinada. Exige baixa manutenção e limpeza apenas com água e detergente neutro ou cloro.
Conforto Ambiental	Bom isolante térmico e acústico quando associado com outros materiais, com agradável sensação ao tato.
Segurança	Material auto-extinguível, não propagador de chamas; resistente à corrosão; à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores; e às intempéries. Atóxico e impermeável a gases e líquidos. Apresenta rigidez estrutural após preenchido por concreto.

Quadro 1 – Características do sistema construtivo em PVC.

Os aspectos ambientais foram levados em consideração, principalmente no que tange as propriedades do sistema racionalizado, que dentre outras questões - como facilidade de manutenção, geração reduzida de resíduo na obra e possibilidade de reciclagem -, são fatores relevantes que se enquadram nas questões ambientais envolvidas na escolha do material.

A utilização do PVC na construção civil ainda é uma questão polêmica, pois em tempos atuais onde o tema da sustentabilidade permeia as áreas de atuação dos profissionais da construção civil, o emprego de tal material ainda é visto, muitas das vezes, como “inadequado”. Todavia, Borges (2004) apresenta uma análise do ciclo de vida do PVC brasileiro indicando que os aspectos ambientais nacionais levantados se diferenciam, principalmente, pelo uso da nafta como matéria-prima; do tipo de tecnologia de produção do cloro; da matriz energética, que é principalmente hidrelétrica no Brasil; e de atividades de transporte envolvidas na cadeia de produção brasileira de PVC. No entanto, a

avaliação da efetiva “sustentabilidade” do material é um aspecto que deve ser estudado, não somente em relação à energia incorporada x ciclo de vida útil, mas, também, nos impactos ocasionados nas etapas de produção e, principalmente, de uso do material.

5 RESULTADOS ALCANÇADOS

A execução da ECIT compreendeu as etapas de projeto, pré-montagem e montagem final. Uma vez definida a concepção da edificação, a realização de simulações tridimensionais e de desempenho térmico, através dos *softwares* específicos, possibilitou uma avaliação mais apurada das estratégias projetuais empregadas e uma verificação dos resultados preliminares obtidos. A partir dessa avaliação, foi possível realizar adaptações com vistas ao conforto do usuário.

Durante a pré-montagem, algumas questões foram observadas conforme a seguir relatado:

1. Foram confeccionados painéis com dimensões diferentes ao projeto apresentado, decorrente da interpretação equivocada do projeto arquitetônico;
2. Constatou-se uma dificuldade inesperada no deslizamento dos perfis nos encaixes, alertando para uma provável inexecuibilidade de montagem na Ilha. Dessa forma, decidiu-se pelo transporte de alguns painéis inteiros objetivando facilitar a montagem definitiva embora pudesse ocasionar cuidados especiais nos vários meios de transporte (navio, helicóptero e bote);
3. Não foi realizada a pré-montagem da cobertura e das instalações elétricas e hidráulicas em função da necessidade de marcações e perfurações definitivas bem como pelo pouco tempo disponível para a tarefa (figura 8).



Figura 8 - À esquerda, início da pré-montagem na EAMES e à direita, a montagem da parede de um dos dormitórios.

A montagem definitiva da ECIT na Ilha da Trindade ocorreu entre os dias 02 março e 10 de maio de 2010. O principal desafio dessa etapa foram os condicionantes logísticos, uma vez que a Ilha da Trindade é um local de difícil acesso, rodeado por um anel de corais, sem portos naturais para atracação e poucas praias.

Do Porto de Vitória-ES às proximidades da Ilha da Trindade, os materiais foram transportados de navio, e para Ilha, definitivamente, através de helicóptero, o que implicou em um planejamento apurado, em que peso, volume e área vélica de cada item precisaram ser avaliados e considerados desde a etapa de projeto. Parte do material foi transportada no interior da aeronave e o restante através de *bags*, o que se configurou como uma excelente estratégia de desembarque.

Os painéis de PVC se comportaram de forma satisfatória atendendo a todos os condicionantes logísticos, uma vez que são perfis leves, de fácil manuseio e transporte. Além disso, as paredes montadas não precisam ser rebocadas nem pintadas, facilitando tanto o processo de construção quanto o de manutenções futuras. Contudo o material de preenchimento dos painéis pode representar um fator limitante dessa tecnologia.

Em Trindade, os painéis de PVC foram preenchidos com concreto leve (traço 1:2:2), produzidos com a utilização de duas betoneiras. A quantidade de concreto produzida foi de aproximadamente 22 m³.

Além da quantidade, o tempo gasto com a concretagem dos painéis também pode ser considerado um fator limitante, ou seja, enquanto a montagem dos perfis levou 4 dias, a concretagem durou 10 dias.

Em se tratando do uso dessa técnica construtiva em ilhas oceânicas ou locais de difícil acesso, não se pode generalizar. Em Trindade, o sistema obteve resultado satisfatório, levando-se em conta o tempo e a infra-estrutura disponível e o auxílio dos militares do POIT. Já em outras ilhas oceânicas, como no Arquipélago de São Pedro e São Paulo e no Atol das Rocas onde os condicionantes logísticos e ambientais são mais limitantes, o preenchimento com concreto não é recomendável. Nesse sentido, um possível desdobramento deste trabalho seria pesquisar possíveis enchimentos alternativos para os painéis.

O aspecto final da ECIT foi satisfatório (Figura 9). As estratégias projetuais utilizadas visando um bom desempenho térmico da edificação puderam ser comprovadas de forma empírica, estando previsto a continuidade das avaliações através da instalação de equipamentos específicos que deverão permanecer durante o primeiro ano de uso da Estação. Em termos estruturais, a Estação ficou suficientemente resistente destacando como um dos limitadores da técnica é a impossibilidade de mudanças nas divisórias internas.



Figura 9 - Vistas gerais da ECIT na etapa de finalização das obras

Comparando-se o PVC com a madeira, material de uso já comprovado em situações semelhantes, ambos apresentam características satisfatórias em termos logísticos, sendo de fácil transporte, montagem e manutenção. A madeira é mais pesada por ser de densidade maior; já os painéis de PVC são mais leves, contudo necessitam ser preenchidos normalmente com concreto ou areia. Enquanto a madeira precisa ser pintada ou envernizada, os painéis de PVC precisam somente de limpeza com água e detergente neutro ou cloro, o que facilita muito as atividades de manutenção. Ambos admitem a pré-fabricação e pré-montagem.

Em relação aos aspectos ambientais, a madeira é um material de fonte renovável e reutilizável, incorporador de CO₂, de baixa energia incorporada em seu processo de produção e beneficiamento. O PVC, por sua vez, também é um material reciclável, de baixa energia incorporada em seu processo de fabricação. Na paisagem, a madeira relaciona-se de forma harmônica, ao passo que o PVC se contrasta mais facilmente com o ambiente.

O PVC é auto-extinguível, não propagando chamas; já a madeira é mais susceptível a incêndios. Ambos possuem resistência estrutural porém, em relação aos agentes biodeterioradores, a madeira é mais susceptível ao seu ataque que o PVC, contudo há métodos preservativos que dificultam o processo de degradação da madeira por esses agentes.

Além dos aspectos considerados, o tempo disponível para execução pode ser um fator definitivo na escolha do material, pois enquanto uma obra em PVC demanda vários dias para ser concluída, uma edificação em madeira pode ser montada em poucos dias. No entanto, avalia-se que em ambas situações a rapidez de execução depende das características do sistema construtivo e dos ensaios de pré montagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista técnico e científico o projeto pretendeu contribuir com a pesquisa tecnológica de referência, na área de engenharia e arquitetura nacional, evidenciando a capacidade tecnológica para o desenvolvimento de soluções apropriadas para as condições extremas de certas áreas do planeta e o correto planejamento de operações logísticas. Enfatiza-se, portanto, que a ECIT servirá como importante referencial para medições e análises, tanto em relação à eficiência dos sistemas instalados como, também, na relação de impacto no ambiente em que se encontra inserido.

O projeto da ECIT em PVC faz parte de uma pesquisa mais ampla de avaliação de eficiência construtiva em termos ambientais e de eficiência energética, visando o desenvolvimento de um projeto futuro de uma edificação modelo para o Programa Antártico Brasileiro, o Módulo Antártico Padrão – MAP. O projeto busca, portanto, além de validar e propor soluções tecnologicamente adequadas para as exigências específicas, também a projeção de uma imagem positiva do PROTRINDADE, enquanto um programa preocupado com suas atividades – científicas e logísticas – em relação aos impactos no ambiente, a segurança de seus usuários e o uso inteligente dos recursos públicos investidos.

Deve ser ressaltado que muitos dos problemas identificados na avaliação foram decorrentes do processo de contratação da obra – edital de licitação por menor preço – cujo desenrolar das atividades impediram a efetiva atuação dos pesquisadores no controle da produção das peças e na montagem. Dessa forma, se por um lado os aprimoramentos em relação aos problemas identificados não puderam ser realizados por os arquitetos serem somente expectadores no processo, por outro, foi possível proceder à avaliação sem interferências, dando mais legitimidade ao processo.

7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. Ilha de Trindade - Registro de vulcanismo cenozóico no 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: 369-377.
- ALVAREZ, C. E. de ; YOSHIMOTO, M. ; MELO, J. E. **Projeto Ilha da Trindade**: ênfase na questão higrótérmica. In: III Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 1995, Gramado. Anais... Gramado, RS: ANTAC, 1995. v. I. p. 239-244.
- ALVES, R. J. V. **Ilha da Trindade & Arquipélago Martin Vaz**: Um Ensaio Geobotânico. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 1998.
- ECOTECH ANALYSIS 2010. Versão 235. USA: Autodesk, 2009.
- BORGES, F. J. **Inventário do ciclo de vida do PVC produzido no Brasil**. 174p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química, São Paulo, 2004.
- CASAGRANDE, B.; CRUZ, D.; ALVAREZ, C. E. de. Ilha da Trindade: estudos para implantação de Estação Científica e elaboração de zoneamento de planejamento de uso. Relatório **Técnico I**. Vitória: LPP/UFES, 2007.
- GOOGLE SKETCHUP. Versão 7.0.10247. USA: Google, 2008.
- YEANG, K. **Proyectar con la naturaleza**: bases ecológicas para el proyecto arquitectónico. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

8 AGRADECIMENTOS

À Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – SECIRM e ao Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade – POIT pelo apoio logístico; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pelo apoio e financiamento da pesquisa; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES pela concessão de bolsa aos mestrandos.